BOLETÍN

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

BOLETÍN

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

ESPAÑA

TOMO XXVI

TOMO VI

SEGUNDA SERIE

(1899)

MADRID

EST. TIP. DE LA VIUDA É HIJOS DE M. TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

C. de San Francisco, 4

1902

La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS *y* BOLETÍN *son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

Artículo 1.° Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

Artículo 2.° Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

Artículo 4.° Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

Artículo 5.° Formaran parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

(Decreto de 28 de Marzo de 1873)

PERSONAL

DE LA

COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

D. Daniel de Cortázar. *(Director.)*
D. Joaquín Gonzalo y Tarín.
D. Marcial de Olavarría. *(Secretario.)*
D. Lucas Mallada.
D. Juan García del Castillo.
D. Rafael Sánchez Lozano.
D. Mariano Alvarez Aravaca.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS AGREGADOS Á LA COMISIÓN

D. Pedro Palacios.
D. Juan López Coca.
D. Florentino Azpeitia.

Las publicaciones de esta Comisión están autorizadas por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.° Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.° Que la Comisión establezca la venta y subscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.° Que la Dirección general proponga oportunamente la subscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

PRÓLOGO

Vencidas las dificultades consiguientes al cambio de dirección y parte del personal de la Comisión del Mapa geológico de España, ha podido restablecerse la marcha de las publicaciones y dar á luz los dos tomos que anualmente han venido entregándose al público, uno de MEMORIAS y otro de BOLETÍN.

El primero de éstos lo constituye el tomo IV de la *Explicación del Mapa geológico de España*, referente á los sistemas permiano, triásico, liásico y jurásico, que se describen minuciosamente en sus contornos, posición geográfica, estratigrafía y paleontología, con el mismo cuidado é interés que en los tres tomos anteriores, fruto todo del mismo autor, el bien conocido y sabio geólogo, individuo de esta Comisión, D. Lucas Mallada.

El tomo VI de la segunda serie del BOLETÍN de la Comisión comprende los siguientes trabajos:

I. *Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez*, por D. Lucas Mallada. Es un estudio detallado de la zona hullera de la provincia de Córdoba, y el autor no sólo explica con toda claridad los caracteres geológicos del período carbonífero, sino también las formaciones que en el país lo limitan y los mantos cuaterna-

rios que lo cubren en gran parte de su ámbito. Se hace también examen detallado de las minas de la cuenca carbonífera, dividiéndolas en cuatro secciones que comprenden: la primera desde el extremo septentrional de la formación hasta Belmez, la segunda desde este pueblo hasta el arroyo Albardado, la tercera á partir del mismo arroyo hasta Espiel, y la cuarta desde Espiel hasta La Ballesta. Concluye el trabajo con diversos datos industriales del mayor interés minero.

Va acompañada la Memoria con un mapa geológico minero de la cuenca y una lámina de perfiles ó cortes geológicos.

II. Con el título de *Fósiles devonianos de Santa Lucía*, por M. D.-P. Oehlert, se ha incluído en el BOLETÍN un artículo traducido del de la *Sociedad Geológica de Francia*, tomo XXIV, 3.ª serie. Es un trabajo hecho acerca de la paleontología de la provincia de León con los datos que recogió en el país el Ingeniero Waliszewski, que estuvo al frente de las explotaciones carboníferas de una mina próxima á Pola de Gordón.

Según el Sr. Oehlert, la abundancia de los ejemplares recogidos en el devoniano de Santa Lucía, ha permitido que, aun después de los trabajos de Verneuil, D'Archiac, Barrois, Mallada, etc., se haya presentado excelente ocasión para investigar caracteres de orden genérico y específico referentes á ciertas especies de la fauna devoniana de España. Además de los grabados intercalados en el texto, el estudio en que nos ocupamos se completa con cinco láminas en fotograbado.

La traducción se debe al Ingeniero D. Rafael Sánchez Lozano.

III. Un artículo titulado *Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España*. Se refiere á diversas minas de los términos de Fuente del Arco y Guadalcanal, en las provincias de Badajoz y Sevilla, á otras de los términos de San Nicolás, Constantina y de Hornachuelos, en la zona que, desde el territorio de Sevilla, penetra en el de Córdoba, donde hay minas muy importantes en su sierra, como lo son también las del término de Feria, en la provincia de Badajoz; sierra del Madroño, en la provincia de Albacete; sierras de Alhamilla y Almagro, en la provincia de Almería; en las inmediaciones de Atienza, provincia de Guadalajara; en Begonte, provincia de Lugo; y en Berástegui, provincia de Guipúzcoa; minas todas de hierro de las que se estudian las condiciones geológicas y circunstancias industriales por el Ingeniero-Jefe de la Comisión del Mapa, Sr. D. Lucas Mallada.

IV. *Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres* se titula el trabajo del Ingeniero D. Rafael Sánchez Lozano que se inserta á continuación del anteriormente mencionado en el BOLETÍN, y que comprende el estudio estratigráfico, topográfico y geológico de diversos criaderos de hierro existentes á orillas del río Ibor, en la región montañosa bastante quebrada, conocida con el nombre de Sierra de Guadalupe, donde la altura culminante llamada Las Villuercas, alcanza la altitud de 1736 metros. Es un trabajo de verdadero interés industrial que acredita la competencia de su autor.

V. El hallazgo en el término de Cerezo, en la provincia de Segovia, de abundantes nódulos de fibrolita, ha permitido al Ingeniero Sr. Cortázar escribir una Nota demostrativa de que el yacimiento en cuestión, donde el mi-

neral de que se trata se presenta con abundancia entre las micacitas y el neis, puede haber sido punto productor para las herramientas de la edad de piedra conocidas con el nombre de *rayos*, y de las que no podía fácilmente explicarse la procedencia del mineral que las constituye, sino como importado de remotos países en épocas donde las comunicaciones eran casi imposibles en largas distancias. El yacimiento español, complementario en el tiempo, pero esencial y primordial, comparado con otros que se conocen en la vertiente meridional del Guadarrama, dando satisfacción al hecho, es de interés verdadero para la geología y la arqueología del centro de nuestra Península.

VI. El descubrimiento de minerales de cobre en la isla de Menorca y en la provincia de Granada en condiciones muy análogas, como que las menas se presentan entre rocas claramente sedimentarias, que encierran fósiles y abundantes venas de hornaguera, fenómeno idéntico al de otros criaderos de Alemania, Rusia y América Meridional, ha hecho que el Ingeniero D. Rafael Sánchez Lozano estudie el asunto con todo detalle y brillantez para demostrar que los criaderos españoles corresponden á formaciones de agua dulce del terreno triásico, encima de la zona á que los alemanes han dado con toda propiedad el nombre de *Rothe tode Liegendes*, es decir, capas rojas muertas, como que son las que no encierran mineral alguno, mientras que las que las siguen en la formación contienen ordinariamente interesantes criaderos cupríferos.

VII. *Un sondeo en Linares* es el título de un artículo original de D. Guillermo English, que pone de manifiesto

las circunstancias de una perforación hecha en la ciudad de Linares, por cuenta y orden de su autor, con objeto de iluminar aguas potables, tan necesarias en aquella zona, donde en cambio sobran casi por completo los quince ó veinte mil metros cúbicos de agua que diariamente se sacan de las minas. Circunstancias imprevistas y fortuitas han impedido que el sondeo alcance la profundidad que el Sr. English había estimado necesaria para el buen resultado de su proyecto, y si bien no se han conseguido aguas artesianas, se han obtenido ascendentes en cantidad de más de mil metros cúbicos de agua en veinticuatro horas, y se han adquirido datos que inducen á pensar no es empresa fantástica el obtener un verdadero pozo artesiano en Linares, con lo que mejorarían notablemente las condiciones higiénicas del pueblo.

VIII. También tiene el título de *Un sondeo en Valverde* (Ciudad Real) un artículo de D. Casimiro Coello, que minuciosamente describe los trabajos hechos en la citada aldea de la capital de la Mancha y á orillas del río Guadiana, investigando el subsuelo de la región, con la esperanza, desgraciadamente fallida, de encontrar una cuenca carbonífera semejante á la de Puertollano.

IX. Por fin el Ingeniero-Jefe D. Gabriel Puig y Larraz, con su reconocida competencia en el asunto, ha redactado las *Notas bibliográficas* con que termina el presente tomo del BOLETÍN.

MEMORIA DESCRIPTIVA

DE LA

CUENCA CARBONÍFERA DE BELMEZ

Muchas fueron las personas que publicaron datos acerca de la cuenca carbonífera de Belmez; pero hasta la fecha no se hizo de ella un estudio general completo, tanto desde el punto de vista geológico cuanto del industrial. Ni seré yo quien pretenda ofrecer ahora una descripción exacta y escrupulosamente detallada, pues las mismas dificultades que mis predecesores encontraron para su conocimiento, me impidieron recoger todos los datos necesarios, á pesar de haberla recorrido en diversas épocas. Consisten tales dificultades en la suma irregularidad de las capas, que fueron extraordinariamente dislocadas, y que en más de sus nueve décimas partes están cubiertas por terrenos de acarreo. Y como sólo una pequeña fracción de la extensión total de la cuenca es explorada y trabajada por labores subterráneas, quedará mucho por descubrir y averiguar hasta que las explotaciones hayan adquirido mayor desarrollo que el que hoy tienen.

Para proceder con método, dividiré esta Memoria en las tres secciones siguientes:

1.° Caracteres geológicos generales del hullero y de las formaciones que lo limitan.

2.° Examen detallado de las minas.

3.° Datos industriales.

I

CARACTERES GEOLÓGICOS GENERALES DEL HULLERO Y DE LAS FORMACIONES QUE LO LIMITAN

Encajada entre terrenos más antiguos, la cuenca hullera de Belmez forma una fajita alineada, paralelamente al Guadiato, de NO. á SE., veinticinco veces más larga que ancha, pues en una longitud de 60 km. tiene una latitud media de 2400 m., siendo su superficie de 144 km. cuadrados.

Comienza al N. de Fuente Obejuna, por las vertientes orientales de la sierra de la Grana, y entre esa villa y Peñarroya se halla en su mayor parte cubierta por tierras pedregosas, sin que en grandes trayectos haga sospechar su existencia afloramiento alguno del sistema. Algo más se descubren las capas hulleras por los barrancos que median entre El Terrible y Belmez, así como entre esta villa y Espiel, cruzando intermedio el extremo oriental del de Villanueva del Rey; desde Espiel pasan por la Ballesta al de Villaharta, y entre esta población y la Alhondiguilla terminan más alejadas de la izquierda del Guadiato, hasta extinguirse en las inmediaciones del Vacar.

Formaciones antiguas que limitan la cuenca.

Todos los sistemas anteriores á la formación hullera, y atravesados, como ésta, por diversos asomos hipogénicos, limitan la cuenca por ambos lados, según se ve en el plano y en los cortes adjuntos; y sus caracteres topográficos y petrológicos se detallan á continuación:

Estrato-cristalino. — De la gran mancha estrato-cristalina que por parte de las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz se extiende á P. del Guadiato, aparece desprendida una faja muy inmediata al hullero por la sobreposición de otras del culm que por ese rumbo limitan el hullero medio, con algunas interrupciones de otras capas de edades intermedias.

Varias son las rocas que repetidas veces alternantes entran en la

composición de este sistema. Muéstranse en primer lugar las micacitas, de que se reconocen muchas variedades, pues ya las hay tan silíceas y duras que pasan á cuarcitas pizarreñas, y ya muy arcillosas, blandas y deleznables en sumo grado; abundan las blanquecinas-amarillentas y gris-verdosas de brillo metálico, y en ciertos parajes se presentan impregnadas de anfibol, á veces con tanta cantidad, que pasan á ser unas anfibolitas micáceas.

La misma diversidad en las proporciones de sus elementos se observan en las anfibolitas, verdosas en unos sitios, negruzcas en otros, casi siempre muy duras y cristalinas, y con mucha frecuencia parecidos á pórfidos, en cuya pasta de colores obscuros se destacan cristalillos blancos feldespáticos. Las leptinitas abundan también á trechos, generalmente blanquecinas, con el aspecto del microgranito, y en ciertos puntos muy silíceas, amarillentas y pizarreñas. El gneis es muy escaso, y únicamente se encuentra en pequeños lechos intercalados entre las otras rocas del sistema.

La mayor parte de la sierra de los Santos está formada de rocas del estrato cristalino. En el cerro del Castaño, que es su remate occidental hacia Fuente Obejuna, predominan las leptinitas cuarzosas, blanquecinas, que tienen el aspecto de un pórfido cuarcífero, é inclinan 70° N.NE. En el puerto del Hoyo, á 50 m. al O. del pueblo, y al pie de Cerro Cabello, el sistema está representado casi exclusivamente por micacitas blancas y verdosas muy foliáceas, alternantes con pizarras silíceas micáferas inclinadas de 45 á 50° O.SO. Abundan en ellas los filones cuarzosos, y en las inmediaciones del Hoyo se tienden con varias ondulaciones, arqueadas en todos sentidos y casi horizontales en su conjunto. A 2 km. del Hoyo cesa el estrato-cristalino, limitado por el culm.

En capas repetidas veces desgarradas, y por largos espacios muy poco inclinadas, ó casi horizontales, el estrato cristalino pasa de Doña Rama al Entredicho; se extiende por los cuatro cerros redondeados de los Aguayos, y siguiendo desde éstos en dirección al Guadiato, á lo largo del arroyo Charquillo, se ve claramente la causa de su doble alternancia con el culm, según se indica en la figura 10, lám. 2.ª, Las capas se doblaron en el sentido que indican las líneas de trazos ajustadas á lo largo de un eje anticlinal *ab*, en virtud del cual las pizarras y grauvacas del culm se encuentran con doble anchura en la faja de P. que en la de L. Una falla *f* que cruza por los conglomerados, destaca el hullero medio propiamente carbonífero del inferior.

A 150 m. al E. de la Zahurda del Charquillo, comienza la faja oriental de micacitas, que son generalmente de brillo argentino y de superficies muy rizadas y onduladas, inclinando en su conjunto al SO.

Entre 100 y 400 m. oscila la anchura de la fajita estrato-cristalina intercalada en el culm, cuyos caracteres estratigráficos son algo diferentes de los de la mancha principal, pues en ésta los bancos se hallan casi horizontales en grandes extensiones, al paso que en aquélla se ofrecen con inclinaciones comprendidas entre los 45° y la vertical. Estas diferencias estratigráficas acusan que la fajita más estrecha se desgajó de la masa general de que formaba parte, aislándose entre el hullero inferior por un sistema de fallas que se indican en los cortes adjuntos.

Con un ancho de unos 500 m., la faja de micacitas blandas intercaladas en el culm de la derecha del Guadiato, cruza el Fresnedoso en el Chorrero á 2 km. de Belmez, y continúa á 150 m. al E. de la Zahurda del Charquillo, donde se hacen plateadas á trechos, muy rizados y ondulados sus estratos, que en conjunto buzan al SO., y se levantan casi verticales en la fuente del Corcho. Por este lado tienen 400 m. de anchura y terminan á otros 400 de la margen derecha del Guadiato, seguidos de otra faja del culm.

Anfibolitas verdosas, á veces con cristalillos blancos de feldespato, todas muy cristalinas, abundan en el Entredicho entre micacitas anfibólicas, otras cuarzosas duras y cuarcitas pizarreñas. Avanzan por un lado hasta 500 m. al SO. de la Zahurda del Charquillo, donde abundan principalmente las leptinitas blanquecinas y amarillentas pizarreñas, al propio tiempo que las micacitas blandas se extienden por las depresiones de Dos Hermanas y las hoyas llamadas las Eras de Almagro en las cercanías de Villanueva.

Entre Villanueva del Rey y el Guadiato la sucesión de los terrenos es la indicada en el corte figura 11 de la lámina 2.ª:

1—Estrato-cristalino.
2—Pizarrilla del culm que comprende un ancho de 2 km.
3—Fajas de calizas que se intercalan en las anteriores en cuatro filas de 3 á 6 m. de ancho cada una.
4—Micacitas blandas de la faja oriental del estrato-cristalino que se muestran á 2 km. NE. de Villanueva, en las achatadas lomas de Dos Hermanas, con un ancho de 180 m.
5—Cordón de conglomerados de cantos menudos, al que siguen las rocas hulleras 6 y 7, en gran parte cubiertas por los aluviones del Guadiato. Este cordón se prolonga más al S. por el cerro de la Urraca.

La fajita oriental del sistema continúa más al SE. por el pozo de las Pilas, situado á 2 km. de Villanueva, y la fuente del Ruidero, de donde sigue á las vertientes meridionales del cerro de la Urraca, en contacto de un islote porfídico. Se reduce su ancho á menos de 100 m. y se ofrece con los repentinos cambios de buzamiento que se observan en las márgenes del Fresnedoso.

Las trincheras del ferrocarril de Belmez á Córdoba cortan en el kilómetro 51 un asomito de micacitas alternantes y entrecruzadas repetidas veces con pórfidos feldespáticos terrizos, rodeándole por un lado el culm y por otro la caliza carbonífera.

Todavía hay otra manchita estrato-cristalina al pié del cerro del Cabello por las márgenes del arroyo Ronquillo, en contacto con un islotillo de diabasa y de los filadios cambrianos. Se compone de anfibolitas pizarreñas y de micacitas blandas, que aparecen con un ancho de 20 m. en poco más de 100 de longitud.

Por fin, entre la Alhondiguilla y el Vacar, el ferrocarril de Córdoba corta en el km. 55 otro islotillo de talquitas verdosas de caras arrugadas, prolongación de los del Ruidero y de los anteriores.

Cambriano.—Por el lado opuesto que el sistema anterior, es decir, por el de L., asoma el cambriano en fajas y manchas irregulares al pie del siluriano, que en ciertos sitios le estrecha considerablemente y en otros le oculta del todo.

Por su carencia de rocas tan duras como las cuarcitas silurianas que le cercan, se confunden las cambrianas con las hulleras de la parte oriental de la cuenca, lo cual ha sido causa de que sobre terreno tan estéril se hayan registrado centenares de hectáreas agregadas á concesiones que se fijaron sobre el hullero propiamente tal.

Se compone casi exclusivamente de los filadios lustrosos gris azulados ó gris verdosos, en sitios muy cloríticos y blandos, tantas veces enumerados en las Memorias descriptivas de las provincias en que se encuentra. Los desarreglos estratigráficos de esta parte de la provincia fueron tales, que en ciertos trechos sus capas se hallan sobrepuestas al siluriano.

Como todas las demás formaciones paleozóicas que la acompañan, la cambriana se presenta en bancos muy desgarrados por el extremo NO. de la provicia. Si se sigue, por ejemplo, el camino de la Granjuela á Fuente Obejuna, se observará que á la salida de aquel pueblo las pizarrillas verdosas, muy inclinadas al E. 22° N., quedan interrumpidas por tres islotes diabásicos, entre los cuales se inter-

neral de que se trata se presenta con abundancia entre las micacitas y el neis, puede haber sido punto productor para las herramientas de la edad de piedra conocidas con el nombre de *rayos*, y de las que no podía fácilmente explicarse la procedencia del mineral que las constituye, sino como importado de remotos países en épocas donde las comunicaciones eran casi imposibles en largas distancias. El yacimiento español, complementario en el tiempo, pero esencial y primordial, comparado con otros que se conocen en la vertiente meridional del Guadarrama, dando satisfacción al hecho, es de interés verdadero para la geología y la arqueología del centro de nuestra Península.

VI. El descubrimiento de minerales de cobre en la isla de Menorca y en la provincia de Granada en condiciones muy análogas, como que las menas se presentan entre rocas claramente sedimentarias, que encierran fósiles y abundantes venas de hornaguera, fenómeno idéntico al de otros criaderos de Alemania, Rusia y América Meridional, ha hecho que el Ingeniero D. Rafael Sánchez Lozano estudie el asunto con todo detalle y brillantez para demostrar que los criaderos españoles corresponden á formaciones de agua dulce del terreno triásico, encima de la zona á que los alemanes han dado con toda propiedad el nombre de *Rothe tode Liegendes*, es decir, capas rojas muertas, como que son las que no encierran mineral alguno, mientras que las que las siguen en la formación contienen ordinariamente interesantes criaderos cupríferos.

VII. *Un sondeo en Linares* es el título de un artículo original de D. Guillermo English, que pone de manifiesto

las circunstancias de una perforación hecha en la ciudad de Linares, por cuenta y orden de su autor, con objeto de iluminar aguas potables, tan necesarias en aquella zona, donde en cambio sobran casi por completo los quince ó veinte mil metros cúbicos de agua que diariamente se sacan de las minas. Circunstancias imprevistas y fortuitas han impedido que el sondeo alcance la profundidad que el Sr. English había estimado necesaria para el buen resultado de su proyecto, y si bien no se han conseguido aguas artesianas, se han obtenido ascendentes en cantidad de más de mil metros cúbicos de agua en veinticuatro horas, y se han adquirido datos que inducen á pensar no es empresa fantástica el obtener un verdadero pozo artesiano en Linares, con lo que mejorarían notablemente las condiciones higiénicas del pueblo.

VIII. También tiene el título de *Un sondeo en Valverde* (Ciudad Real) un artículo de D. Casimiro Coello, que minuciosamente describe los trabajos hechos en la citada aldea de la capital de la Mancha y á orillas del río Guadiana, investigando el subsuelo de la región, con la esperanza, desgraciadamente fallida, de encontrar una cuenca carbonífera semejante á la de Puertollano.

IX. Por fin el Ingeniero-Jefe D. Gabriel Puig y Larraz, con su reconocida competencia en el asunto, ha redactado las *Notas bibliográficas* con que termina el presente tomo del BOLETÍN.

MEMORIA DESCRIPTIVA

DE LA

CUENCA CARBONÍFERA DE BELMEZ

Muchas fueron las personas que publicaron datos acerca de la cuenca carbonífera de Belmez; pero hasta la fecha no se hizo de ella un estudio general completo, tanto desde el punto de vista geológico cuanto del industrial. Ni seré yo quien pretenda ofrecer ahora una descripción exacta y escrupulosamente detallada, pues las mismas dificultades que mis predecesores encontraron para su conocimiento, me impidieron recoger todos los datos necesarios, á pesar de haberla recorrido en diversas épocas. Consisten tales dificultades en la suma irregularidad de las capas, que fueron extraordinariamente dislocadas, y que en más de sus nueve décimas partes están cubiertas por terrenos de acarreo. Y como sólo una pequeña fracción de la extensión total de la cuenca es explorada y trabajada por labores subterráneas, quedará mucho por descubrir y averiguar hasta que las explotaciones hayan adquirido mayor desarrollo que el que hoy tienen.

Para proceder con método, dividiré esta Memoria en las tres secciones siguientes:

1.° Caracteres geológicos generales del hullero y de las formaciones que lo limitan.

2.° Examen detallado de las minas.

3.° Datos industriales.

I

CARACTERES GEOLÓGICOS GENERALES DEL HULLERO Y DE LAS FORMACIONES QUE LO LIMITAN

Encajada entre terrenos más antiguos, la cuenca hullera de Belmez forma una fajita alineada, paralelamente al Guadiato, de NO. á SE., veinticinco veces más larga que ancha, pues en una longitud de 60 km. tiene una latitud media de 2400 m., siendo su superficie de 144 km. cuadrados.

Comienza al N. de Fuente Obejuna, por las vertientes orientales de la sierra de la Grana, y entre esa villa y Peñarroya se halla en su mayor parte cubierta por tierras pedregosas, sin que en grandes trayectos haga sospechar su existencia afloramiento alguno del sistema. Algo más se descubren las capas hulleras por los barrancos que median entre El Terrible y Belmez, así como entre esta villa y Espiel, cruzando intermedio el extremo oriental del de Villanueva del Rey; desde Espiel pasan por la Ballesta al de Villaharta, y entre esta población y la Alhondiguilla terminan más alejadas de la izquierda del Guadiato, hasta extinguirse en las inmediaciones del Vacar.

Formaciones antiguas que limitan la cuenca.

Todos los sistemas anteriores á la formación hullera, y atravesados, como ésta, por diversos asomos hipogénicos, limitan la cuenca por ambos lados, según se ve en el plano y en los cortes adjuntos; y sus caracteres topográficos y petrológicos se detallan á continuación:

Estrato-cristalino. — De la gran mancha estrato-cristalina que por parte de las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz se extiende á P. del Guadiato, aparece desprendida una faja muy inmediata al hullero por la sobreposición de otras del culm que por ese rumbo limitan el hullero medio, con algunas interrupciones de otras capas de edades intermedias.

Varias son las rocas que repetidas veces alternantes entran en la

composición de este sistema. Muéstranse en primer lugar las micacitas, de que se reconocen muchas variedades, pues ya las hay tan silíceas y duras que pasan á cuarcitas pizarreñas, y ya muy arcillosas, blandas y deleznables en sumo grado; abundan las blanquecinas-amarillentas y gris-verdosas de brillo metálico, y en ciertos parajes se presentan impregnadas de anfibol, á veces con tanta cantidad, que pasan á ser unas anfibolitas micáceas.

La misma diversidad en las proporciones de sus elementos se observan en las anfibolitas, verdosas en unos sitios, negruzcas en otros, casi siempre muy duras y cristalinas, y con mucha frecuencia parecidos á pórfidos, en cuya pasta de colores obscuros se destacan cristalillos blancos feldespáticos. Las leptinitas abundan también á trechos, generalmente blanquecinas, con el aspecto del microgranito, y en ciertos puntos muy silíceas, amarillentas y pizarreñas. El gneis es muy escaso, y únicamente se encuentra en pequeños lechos intercalados entre las otras rocas del sistema.

La mayor parte de la sierra de los Santos está formada de rocas del estrato cristalino. En el cerro del Castaño, que es su remate occidental hacia Fuente Obejuna, predominan las leptinitas cuarzosas, blanquecinas, que tienen el aspecto de un pórfido cuarcífero, é inclinan 70° N.NE. En el puerto del Hoyo, á 50 m. al O. del pueblo, y al pie de Cerro Cabello, el sistema está representado casi exclusivamente por micacitas blancas y verdosas muy foliáceas, alternantes con pizarras silíceas micáferas inclinadas de 45 á 50° O.SO. Abundan en ellas los filones cuarzosos, y en las inmediaciones del Hoyo se tienden con varias ondulaciones, arqueadas en todos sentidos y casi horizontales en su conjunto. A 2 km. del Hoyo cesa el estrato-cristalino, limitado por el culm.

En capas repetidas veces desgarradas, y por largos espacios muy poco inclinadas, ó casi horizontales, el estrato cristalino pasa de Doña Rama al Entredicho; se extiende por los cuatro cerros redondeados de los Aguayos, y siguiendo desde éstos en dirección al Guadiato, á lo largo del arroyo Charquillo, se ve claramente la causa de su doble alternancia con el culm, según se indica en la figura 10, lám. 2.ª, Las capas se doblaron en el sentido que indican las líneas de trazos ajustadas á lo largo de un eje anticlinal *ab*, en virtud del cual las pizarras y grauvacas del culm se encuentran con doble anchura en la faja de P. que en la de L. Una falla *f* que cruza por los conglomerados, destaca el hullero medio propiamente carbonífero del inferior.

A 150 m. al E. de la Zahurda del Charquillo, comienza la faja oriental de micacitas, que son generalmente de brillo argentino y de superficies muy rizadas y onduladas, inclinando en su conjunto al SO.

Entre 100 y 400 m. oscila la anchura de la fajita estrato-cristalina intercalada en el culm, cuyos caracteres estratigráficos son algo diferentes de los de la mancha principal, pues en ésta los bancos se hallan casi horizontales en grandes extensiones, al paso que en aquélla se ofrecen con inclinaciones comprendidas entre los 45° y la vertical. Estas diferencias estratigráficas acusan que la fajita más estrecha se desgajó de la masa general de que formaba parte, aislándose entre el hullero inferior por un sistema de fallas que se indican en los cortes adjuntos.

Con un ancho de unos 500 m., la faja de micacitas blandas intercaladas en el culm de la derecha del Guadiato, cruza el Fresnedoso en el Chorrero á 2 km. de Belmez, y continúa á 150 m. al E. de la Zahurda del Charquillo, donde se hacen plateadas á trechos, muy rizados y ondulados sus estratos, que en conjunto buzan al SO., y se levantan casi verticales en la fuente del Corcho. Por este lado tienen 400 m. de anchura y terminan á otros 400 de la margen derecha del Guadiato, seguidos de otra faja del culm.

Anfibolitas verdosas, á veces con cristalillos blancos de feldespato, todas muy cristalinas, abundan en el Entredicho entre micacitas anfibólicas, otras cuarzosas duras y cuarcitas pizarreñas. Avanzan por un lado hasta 500 m. al SO. de la Zahurda del Charquillo, donde abundan principalmente las leptinitas blanquecinas y amarillentas pizarreñas, al propio tiempo que las micacitas blandas se extienden por las depresiones de Dos Hermanas y las hoyas llamadas las Eras de Almagro en las cercanías de Villanueva.

Entre Villanueva del Rey y el Guadiato la sucesión de los terrenos es la indicada en el corte figura 11 de la lámina 2.ª:

1—Estrato-cristalino.
2—Pizarrilla del culm que comprende un ancho de 2 km.
3—Fajas de calizas que se intercalan en las anteriores en cuatro filas de 3 á 6 m. de ancho cada una.
4—Micacitas blandas de la faja oriental del estrato-cristalino que se muestran á 2 km. NE. de Villanueva, en las achatadas lomas de Dos Hermanas, con un ancho de 180 m.
5—Cordón de conglomerados de cantos menudos, al que siguen las rocas hulleras 6 y 7, en gran parte cubiertas por los aluviones del Guadiato. Este cordón se prolonga más al S. por el cerro de la Urraca.

La fajita oriental del sistema continúa más al SE. por el pozo de las Pilas, situado á 2 km. de Villanueva, y la fuente del Ruidero, de donde sigue á lás vertientes meridionales del cerro de la Urraca, en contacto de un islote porfídico. Se reduce su ancho á menos de 100 m. y se ofrece con los repentinos cambios de buzamiento que se observan en las márgenes del Fresnedoso.

Las trincheras del ferrocarril de Belmez á Córdoba cortan en el kilómetro 51 un asomito de micacitas alternantes y entrecruzadas repetidas veces con pórfidos feldespáticos terrizos, rodeándole por un lado el culm y por otro la caliza carbonífera.

Todavía hay otra manchita estrato-cristalina al pié del cerro del Cabello por las márgenes del arroyo Ronquillo, en contacto con un islotillo de diabasa y de los filadios cambrianos. Se compone de anfibolitas pizarreñas y de micacitas blandas, que aparecen con un ancho de 20 m. en poco más de 100 de longitud.

Por fin, entre la Alhondiguilla y el Vacar, el ferrocarril de Córdoba corta en el km. 55 otro islotillo de talquitas verdosas de caras arrugadas, prolongación de los del Ruidero y de los anteriores.

Cambriano.—Por el lado opuesto que el sistema anterior, es decir, por el de L., asoma el cambriano en fajas y manchas irregulares al pie del siluriano, que en ciertos sitios le estrecha considerablemente y en otros le oculta del todo.

Por su carencia de rocas tan duras como las cuarcitas silurianas que le cercan, se confunden las cambrianas con las hulleras de la parte oriental de la cuenca, lo cual ha sido causa de que sobre terreno tan estéril se hayan registrado centenares de hectáreas agregadas á concesiones que se fijaron sobre el hullero propiamente tal.

Se compone casi exclusivamente de los filadios lustrosos gris azulados ó gris verdosos, en sitios muy cloríticos y blandos, tantas veces enumerados en las Memorias descriptivas de las provincias en que se encuentra. Los desarreglos estratigráficos de esta parte de la provincia fueron tales, que en ciertos trechos sus capas se hallan sobrepuestas al siluriano.

Como todas las demás formaciones paleozóicas que la acompañan, la cambriana se presenta en bancos muy desgarrados por el extremo NO. de la provicia. Si se sigue, por ejemplo, el camino de la Granjuela á Fuente Obejuna, se observará que á la salida de aquel pueblo las pizarrillas verdosas, muy inclinadas al E. 22° N., quedan interrumpidas por tres islotes diabásicos, entre los cuales se inter-

cala una fajita de cuarcitas, y al S. de éstas reaparecen aquéllas con buzamiento contrario.

Por las márgenes del arroyo de la Parrilla, el cambriano está en contacto directo con el hullero hasta el pié de los crestones de Peñarroya, en que se le anteponen las cuarcitas silurianas; pero un pliegue anticlinal que se marca á 600 m. al SE. del mismo Peñarroya, deja ver por bajo de esas rocas una fajita de pizarras lustrosas cambrianas que comienzan en la loma del Camello con 50 m. de latitud, y rápidamente se despliegan con más de un km. de anchura, como se observa al E. del *Terrible*. A un km. al E. de Pueblo Nuevo (lám. 2.ª, fig. 3.ª), siguiendo el camino de Hinojosa ó de Villanueva del Duque, terminan los conglomerados de la base del hullero, y con buzamiento opuesto, claramente discordantes, comienzan las pizarras cambrianas, dobladas dos ó tres veces por el Llano de los Tejares, pasado el cual se sobreponen casi verticales las rocas silurianas.

Continúa el cambriano por los deprimidos arranques de los arroyos Cortijeño y de los Arrieros, donde las capas se rizan con pequeñas inclinaciones, marcándose más fuertemente el pliegue anticlinal de las pizarras cloríticas y anfibólicas por los redondeados cerros de Los Mestos, entre el arroyo Hondo y el de la Pililla.

A 2 km. de Belmez, siguiendo el camino de Hinojosa, los conglomerados hulleros yacen discordantes sobre las pizarras cambrianas que en 500 m. de anchura, con casi otro tanto de potencia, buzan con fuerte inclinación al NE., comprendidas entre dos fallas: una que las destaca de dichos conglomerados, y otra que las separa del primer cordón de cuarcitas silurianas (véase corte fig. 6). Debajo de estas últimas vuelven á asomar 200 m. antes de llegar al Albardado; pero á poco más de otro tanto de la izquierda de este rio, esto es, á unos 4 km. de Belmez, comienza la gran faja montuosa siluriana.

Entre el Pedregosillo y Cabeza Gorda no es posible ver el contacto del hullero y el cambriano, pues en más de un km. de largo por 500 m. de anchura, por la planicie suavemente inclinada que hay al pié, las tierras arcillosas con cantos gruesos de cuarcitas tapan enteramente los estratos.

Las pizarras cloríticas y filadios verdosos desgajados en grandes lastrones se descubren por las agrias márgenes del Cajilón en capas muy levantadas y dislocadas, con buzamiento occidental predominante, avanzando hasta los conglomerados que cruza el Albardado en

las minas *Iris* y *Buen Suceso*, hasta más de un km. al S. de Cabeza Gorda y de Pedregosillo, sumando un ancho de 800 m. Ocupa esta faja el collado de la Minga y gran parte de la dehesa de la Fuente Blanca, y siguiendo el camino de Belmez avanza hasta 2 km. al E. del pueblo.

Otras dos fajitas cambrianas se interponen entre el siluriano y el hullero, al pie meridional de la sierra de Navafría, cerca de la Ballesta, y según puede repararse á lo largo de los arroyos Majada Honda y de los Puerros. Bajo las cumbres de cuarcitas asoman las pizarras y los filadios cambrianos diversamente ondulados y con inclinaciones que oscilan entre 15 y 65° NE., avanzando hasta corta distancia al E. de la carretera de Espiel, donde se sobreponen discordantes los conglomerados de la base.

Asociados á las anfibolitas y micacitas del barranco Ronquillo, asoman los filadios cambrianos en una manchita de unos 50 m. de ancho.

Siluriano.—Con los rasgos topográficos más salientes de la comarca y unido al cambriano, limita la cuenca por el lado de L. y sobresale entre pizarras con varios cordones de cuarcita dentellados y peñascosos que forman las cumbres de las sierras más agrias, como es regla general en toda Sierra Morena. La más septentrional es la de la Grana, y marchando desde ésta hacia el SE. se destaca la formación en centenares de montes y cerros, tales como el Mulva, Peña García y Peña Terrada, las Piedras Coloradas de Peñarroya, Mata Hermosa, Caganchas, Moyano, Pilón de la Juliana, Murrios de Miraflores, la Javalina, etc.

Por los diversos pliegues y fallas de todos los estratos, este sistema aparece subdividido en varias fajas interpuestas entre la caliza carbonífera y el cambriano por el tercio septentrional de la cuenca.

Entre Fuente Obejuna y La Granjuela (fig. 1.ª de la lám. 2.ª), la primera faja se reduce á unos pocos bancos de cuarcita resquebrajada y brechoide intercalados entre calizas con 10 m. de anchura; la segunda faja, con poco mayor ancho, se levanta en el sitio llamado La Gastana, á mitad de camino de ambas poblaciones; pero más á P. aumenta mucho su extensión, porque sus estratos se abren á modo de abanico; la tercera faja es mucho mayor, pues tiene unos 300 metros de anchura; se compone de cuarcitas inclinadas al SO. con algunos lechos alternantes de pizarras, y se destaca en ambos lados del cambriano por dos islotes de diabasa.

Esta tercera faja, que en largos trechos limita la cuenca por su

lado oriental, tiene en los cerros de Mulva tan impregnadas de hierro sus cuarcitas, que en zonas de 50 m. de anchura pasan á hematites manganesífera, á veces aislada en costras de mucha ley en metal; pero generalmente demasiado pobres para ser objeto de una explotación importante. Se registraron en ellas las minas *Capricho* 1.ª y *Capricho* 2.ª, y allí inclinan 85° E., 15 N., desarreglo estratigráfico que se marca en el terreno con un recodo ó saliente de los estratos hacia el arroyo de la Parrilla, donde se les anteponen las pizarras cambrianas hasta el pié de los crestones de Peñarroya. En este pueblo, las cuarcitas, resquebrajadas en todos sentidos, buzan de 30 á 45° SO., avanzando hasta la poza de la Hontanilla y el cerro del Camello, por donde hacen un cabo saliente entre el cambriano, directamente sobrepuesto á los conglomerados hulleros en el llano de los Tejares. Pasado este último, los bancos silurianos, rechazados más al E. por las multiplicadas dislocaciones de todos los terrenos, se levantan casi verticales por la sierra del Espartal, en la cual alternan repetidas veces las pizarras y las cuarcitas del sistema. Muéstrase éste también en los cerros Gordo, Navapandero, Antolin y El Frontón, entre los cuales sucesivamente comienzan paralelos los arroyos de los Arrieros, Hondo y de la Pililla; y más al SE., por las redondeadas lomas de Los Mestos, sobre las pizarras cambrianas yacen muy dislocadas, otras moradas, con las cuarcitas y las pizarras silíceo ferruginosas, reducida su anchura á unos 80 m.

Señales bien perceptibles de las grandes dislocaciones estratigráficas de todos los terrenos que rodean esta cuenca son las dos fajitas siluriana y devoniana que por su parte occidental se destacan entre el hullero medio y el inferior. La fajita siluriana, compuesta esencialmente de bancos de cuarcita inclinados 70° S., 10° O., se destaca en un cordón saliente de 40 á 50 m. de ancho por lo alto de la sierra Boyera á 2 km. al O. de Belmez, y á trechos interrumpido reaparece más al SE. por las márgenes del arroyo Ruidero, cerca de su unión con el Guadiato, entre Villanueva del Rey y Espiel, en medio del hullero y en contacto con un islote de pórfido.

La faja principal siluriana se destaca por los altos cerros de Moyano, Miraflores y los Murrios, avanzando al pié de éstos hacia el punto de partida de la mina *Carmen*, donde las cuarcitas tabulares, compactas y brechoides, inclinan 42° SO; y sobresalen en los cerros de La Serrana, Los Maderos, El Molino y Peña Crispina, que limitan la pintoresca hoya del Higuerón.

Por el extremo meridional de la cuenca se ven todavía otras manchitas silurianas incluidas en el hullero; y entre ellas, una asociada al estrato-cristalino y al cambriano por un costado, y á la caliza carbonífera por otro, en el barranco Ronquillo.

Devoniano.—No lejos de la cuenca, á mitad de camino de Peñarroya y de Belmez á Hinojosa y á Villanueva del Duque, cruza una faja devoniana que, procedente de la inmediata provincia de Badajoz, penetra hasta el término de Obejo en la de Córdoba, encajada entre el siluriano y el cambriano, y compuesta de pizarrilla arcillosa, de caliza muy fosilífera y de arenisca rojiza y amarillenta. Bancos de esta última, interpuestos entre las cuarcitas silurianas y las calizas carboníferas, asoman con un ancho de 12 á 15 m. por la parte alta de la vertiente occidental de la sierra Boyera de Belmez á unos 1500 m. de la villa. Apenas llega á un km. la longitud de la fajita que allí asoma, y cuya roca es una arenisca de grano muy fino, que contiene cierta proporción de carbonato de cal, y se ven en ella, además de muchos artejos de crinoides, moldes de la *Rhynchonella Orbignyi*, Vern., *Spirifer disjunctus*, Sow; *S. speciosus*, Schl.; *S. hystericus*, Schl., y otros braquiópodos, que tanto abundan en las manchitas del sistema de las inmediatas provincias de Badajoz y Ciudad Real.

Hipogénico.—Diferentes manchas, diques é islotes de rocas hipogénicas cruzan esta cuenca, así como las formaciones paleozóicas que la limitan, y todas ellas pueden referirse á dos especies distintas: el pórfido cuarcífero y la diabasa. Las manchas del primero se relacionan ó dependen de las grandes masas hipogénicas que asoman entre el estrato-cristalino por los términos de Fuente Obejuna, Argallón, Cañada del Gamo, El Hoyo, Doña Rama, Villanueva del Rey y Villaviciosa. Las del segundo son más escasas, y las más de las veces presentan la roca en un estado muy avanzado de descomposición, deshecha superficialmente en tierras arcilloso-ferruginosas que por su color rojo obscuro se distingue desde largas distancias.

Las principales manchas diabásicas, sobre todo las que tienen caracteres de las ofitas de la serie secundaria, y que aparecen con entera independencia de las rocas esencialmente feldespáticas, se hallan al N. de la cuenca. Una de las mayores asoma en el cambriano entre la vía de Almorchón, cerca de la Granjuela, mide más de 2 km. de largo, se prolonga hasta 2 km. al S. del segundo pueblo, siguiendo el camino de Fuente Obejuna, y en ella la roca es fino-granuda,

gris verdosa por unos sitios, negro-verdosa en otros. Muy próxima á esta mancha, seguramente unida con ella en profundidad, hay otra de igual composición y próximamente de igual tamaño, entre 3 y 5 km. al S. de la Granjuela, á la que sigue otra más pequeña en el paraje nombrado las Cortezuelas, en gran parte oculta por mantos de acarreo.

Otros dos islotes hipogénicos importantes se muestran entre Fuente Obejuna y Peñarroya por los cerros de los Castillejos y Masatrigo, que sobresalen entre el hullero y el cuaternario con riscosas y puntiagudas crestas. Es allí la roca un pórfido cuarcífero de colores claros, cenicientos y amarillos con manchas moradas, que tiene su feldespato muy descompuesto, y á primera vista pudiera confundirse con algunas variedades de traquita. Al S. de estos islotes hay dos más pequeños en los Riscos del Lóbrego, estratiformes en lechos blanquecinos y róseos, muy tendidos al S.SE., uno de 30 m. de grueso y el otro de 6, entre las areniscas y pudingas hulleras.

Al NE. de Masatrigo, por la parte alta del arroyo de la Parrilla, hay otro asomo de pórfido no lejos de la vía férrea de Almorchón y entre los filadios cambrianos.

Siguiendo las márgenes del Fresnedoso, desde los cerros de los Aguayos hasta el Guadiato, se encuentran diferentes islotes hipogénicos de escasas dimensiones por ambos lados de la cañada de los Contrabandistas. Más al S., entre 4 y 5 km. de Belmez á la izquierda del Fresnedoso, frente al molino, sobresale en grandes peñones otra manchita de pórfido anfibólico (lám. 2.ª, fig. 6.ª), á trechos blanquecino, á trechos gris verdoso, al cual se debe el que estén sumamente endurecidas por substancias feldespáticas y cuarzosas las rocas del culm que se ven más abajo sobre la cascada llamada el Chorrero, cerca del camino viejo de Fuente Obejuna á Córdoba. Todavía más abajo hay otro islote de porfirita compacta, verde-negruzca, muy dura, que tiene 10 m. de ancho.

A la derecha del Guadiato asoma entre el hullero de una parte y el siluriano por otra, un islotillo de pórfido feldespático descompuesto de color ladrillo, parecido á una arenisca ferruginosa, que mide 20 m. de espesor, cerca de la desembocadura del Ruidero; y siguiendo las orillas de este arroyo en dirección á Villanueva del Rey, al pié de las vertientes meridionales de la Urraca, se ve otro parecido en contacto de las pizarras cloríticas, con las cuales avanza hasta el pozo de las Pilas.

Relacionados con los anteriores, y de composición idéntica, hay diversos islotillos porfídicos por la parte media de la cuenca en las minas *Pensamiento, Los Arboles* y *La Posada*, del término de Espiel. Uno de los más salientes, no lejos de la vía y del Guadiato en la primera mina citada, es el que forma el cerro del Ladrillo, donde la roca es rojo parduzca, se halla tan descompuesta y es de grano tan áspero, que parece una arenisca y contiene multitud de costras manganesíferas de lustre craso. Otros islotillos y diques idénticos aparecen en la mina *Los Arboles*, junto al camino de Belmez á Espiel.

En el extremo meridional de la cuenca no abundan tanto como en el septentrional las manchas hipogénicas; pero no dejan de hallarse algunas. Al pié de la sierra de Espiel, tocando la vía de Belmez á Córdoba en el km. 52, afloran varios diques de pórfido feldespático descompuesto entre el islote de micacitas mencionado; y por fin, existen otros pequeños en el cortijo de la Torre, en el extremo oriental de Nava Obejo y á corta distancia al E. de la Alhondiguilla.

Mantos cuaternarios.

Se dijo anteriormente que más de las cuatro quintas partes del hullero están ocultas bajo extensos mantos de acarreo, compuestos de tierras rojas pedregosas, de aglomerados de cantos desiguales y de conglomerados. Las extensas planicies que hay entre Fuente Obejuna y Peñarroya al S. de los cerros de Mulva, de Masatrigo y los Castillejos, son esencialmente cuaternarias; y fuera de los tajos de los riachuelos y arroyos que afluyen á la izquierda del Guadiato, no se podría encontrar el carbonífero sin atravesar el suelo con labores subterráneas. Los diferentes sondeos que se practicaron en el coto *Porvenir de la Industria*, comenzaron por cortar los mantos de desiguales espesores de tales tierras pedregosas.

Grandes fueron sin duda las corrientes de denudación que ocurrieron por esta parte de Sierra Morena, situada en los límites de las cuencas hidrográficas del Guadiana y del Guadalquivir por los confines de Córdoba y Badajoz, pues más al N. de la cuenca, entre Peñarroya y la Granjuela, al pie de los crestones de cuarcitas y de calizas, se extiende también otra planicie cuaternaria á modo de un enorme circo de más de 5 km. de diámetro. Prolongación suya son los llanos de las Cortezuelas, que entre 4 y 6 km. al S. de la

Granjuela, por ambos lados del camino de Fuente Obejuna, ocultan en largos trechos las líneas de contacto de las diversas formaciones antiguas que por allí asoman repetidas veces alternantes y sumamente desgarradas.

Las trincheras del ferrocarril de Córdoba ponen de manifiesto en varios sitios el espesor y la composición de las masas diluviales, que ocupan gran espacio desde la sierra Palacios al Guadiato, por la vega de los Peñones, entre el río y los km. 64 y 65 del ferrocarril, y por el llano del Pimpollo, desde la Vega del Fresno hasta cerca del Albardado. Entre este río y el tortuoso arroyo del Puntal, otro gran manto de tierras rojas y cantos sueltos de cuarcita ocultan los estratos hulleros de las minas *Perdiz* 1.ª y *Perdiz* 2.ª, *San Carlos Borromeo* y otras inmediatas, y se prolonga más al S. entre el arroyo del Cacho, ó de la Jabalina, hasta el km. 62 de la vía férrea. Las trincheras del 61 cortan tres series de mantos pedregosos: el inferior, de piedras angulosas de gran volumen; el intermedio, de guijo mezclado con cantos de diversos tamaños, y el superior, de guijo menudo con arena gruesa.

Los aluviones del Guadiato quedan casi todos al P. del hullero medio; y entre los que ocultan las capas de éste, en una superficie de alguna importancia, merece mención el de la Vega del Tranche sobre la margen derecha del Albardado, al O. de la mina *Conejo* 2.º, y tiene un km. de largo, con anchuras comprendidas entre 200 y 600 m.

Caracteres geológicos generales del carbonífero.

Los rasgos característicos más salientes de esta cuenca son los que á continuación se expresan:

1.º Se reconocen tres elementos distintos, á saber: la caliza carbonífera intercalada en varios cordones salientes, ó desgajada por fallas entre el hullero; el culm ó hullero inferior, desprovisto de carbón, que se extiende en una faja de pizarras y grauvacas pizarreñas por los límites occidentales, y el hullero propiamente tal.

2.º No hay en España, tal vez ni en Europa, cuenca comparable á ésta, por el enorme desarrollo de sus conglomerados ó pudingas, pues abundan en la base y se intercalan á diversos niveles con las pizarras arcillosas y las areniscas que acompañan al carbón.

3.° Tampoco hay cuenca en España donde abunde tanto el hierro carbonatado litoideo, que por su color rojo-parduzco da ciertos matices abigarrados á las pizarras grises, amarillentas y carbonosas, entre las cuales también se intercala en lechos de pocos centímetros de espesor.

4.° Tanto el carbón como las rocas del sistema que le acompañan tienen gruesos sumamente desiguales, que varían con extraordinaria iregularidad.

5.° Los espesores del carbón pasan de 40 m. en algunos sitios, se reducen en otros á pocos centímetros, y de aquí resulta que se encierra el combustible á modo de lentejones ó bolsadas de muy variables dimensiones y de contornos excesivamente irregulares.

6.° Más de una docena de islotes de pórfidos anfibólicos de colores rojo-parduzco y amarillento desgarran la cuenca entre Fuente Obejuna y la Ballesta. Por su descomposición muy avanzada tienen el aspecto de areniscas, con las cuales se han confundido generalmente; pero es indudable que su aparición coincidió con las grandes dislocaciones é irregularidades en los estratos, así como en las variaciones de composición y de los caracteres exteriores de los carbones.

7.° Varían las calidades de las hullas hasta el punto que existen desde las más antracitosas, sin más que el 9 por 100 de materias volátiles (*Porvenir de la Industria*), á las secas con el 13 (*Segunda Parrilla*), las semi-grasas con el 18 al 20 (*La Terrible*), las grasas de mucho gas (*Santa Elisa*) y las grasas sin grisú (*Santa Ana*).

8.° En su conjunto, las capas de carbón y las rocas en que encajan se alinean con muy variable inclinación de NO. á SE., con buzamiento al SO.; pero á causa de diversos dobleces en todos sentidos, se notan en trechos, relativamente cortos, buzamientos al NE., al E.NE. y al N.NE, siendo rara la concesión donde no existan inflexiones á modo de cubetas ó fondos de barco.

La mancha carbonífera de Belmez es de las más completas de España, pues consta de tres elementos muy distintos: la caliza, el culm y el hullero propiamente dicho. Este último y la caliza se destacan desde lejos al primer golpe de vista, por el contraste que hacen sus caracteres litológicos y el aspecto del terreno. El culm ó hullero inferior, desprovisto de carbón, queda casi todo á P. de los otros dos, y se confundió constantemente con edades más antiguas, principalmente con el cambriano.

Culm ó hullero inferior.—Se marca la presencia del culm por las márgenes del Guadiato, desde el arroyo de San Pedro al pie de Fuente Obejuna, hasta las inmediaciones del Castillo y estación del Vacar, formando una banda de 1 á 2 km. de anchura, generalmente segmentada á lo largo en dos fajitas por otra muy estrecha de micacitas del estrato cristalino: la más ancha por el lado de P., y la otra más inmediata á las grandes masas de caliza y al hullero medio. Se compone este tramo de la alternancia, cientos de veces repetida, de grauvacas ó samitas pizarreñas muy micáferas y de pizarras arcillosas de matices azulados y verdosos, muy parecidas á las del cambriano, en cuyo sistema ha sido indebidamente incluído el culm de esta provincia. Mas confrontando estas rocas, que con frecuencia encierran restos de pequeños vegetales, con las del culm de Huelva, se observa una identidad casi absoluta. Nada tiene de extraño, si realmente son de esta edad, que su determinación haya quedado largo tiempo indefinida ó mal apreciada, pues por un lado la carencia completa de carbón apartaba de esta faja las miradas de cuantos ingenieros examinaron la cuenca desde el punto de vista industrial; y por otro lado, los trastornos estratigráficos de todas las formaciones de esta parte de la provincia de Córdoba dificultaron fijar su verdadera posición en el orden cronológico.

Entre dichas pizarras y grauvacas se intercalan lechos, generalmente muy delgados, de calizas más ó menos fosilíferas, los cuales, á causa de sus multiplicados pliegues, asoman al exterior en mayor número que los que realmente se cuentan. Esas calizas acusan cierta paralización de la acción mecánica con que se formaron los sedimentos; pero no la interrupción completa de esta acción, pues constantemente encierran granillos de cuarzo y trocitos de pizarra, los cuales denotan la persistencia de los arrastres hacia un mar constantemente agitado, donde pocas veces se verificó tranquila y suavemente la sedimentación química.

Desde muy cerca de las orillas del Zújar se muestra la faja del culm al O. de los Blázquez, por el vallejo nombrado Los Llanos, donde la cruzan numerosos islotes de diabasas, ya terrosas, ya sumamente duras, con el color verde-negruzco característico; de allí pasa al término de Fuente Obejuna, y entre 2 y 3 km. al N. de este pueblo, desde el arroyo de San Pedro hasta las Caleras, encaja ampliamente desarrollada entre el estrato-cristalino y la caliza carbonífera. Muéstrase primero con las grauvacas ó samitas, verdosas y

micáferas duras, divisibles en hojas gruesas y con algunos restos vegetales, y predominan después las pizarrillas arcillosas en lechos rizados y ondulados.

A partir de dicho arroyo, limita constantemente por el O. la formación hullera propiamente dicha, cruza al S. del coto *Porvenir de la Industria*, por donde radican los criaderos plomizos de *La Pava* y *Los Eneros*, encauzándose el Guadiato entre ella al pie de la sierra de los Santos, hasta cerca de su unión con el arroyo de la Montera. Más abajo de éste, por el paraje nombrado el Cañal y sobre la izquierda del río, los lechos de pizarrilla arcillosa y otros intercalados de 2 á 30 cm. de grueso de caliza arcillosa se retuercen en todos sentidos con infinitos plieguecillos, predominando el buzamiento al NE. opuesto al más frecuente del sistema.

Junto al mismo río se apoya el hullero inferior sobre la caliza de la sierra Boyera de Belmez, y se desarrolla con notable anchura entre esa villa y Doña Rama, intercalándose delgados lechos de caliza pizarreña y varios diques de diabasa gris y de espilitas.

Siguiendo el camino del Hoyo á Peñarroya, á los 2 km. de aquél cesa el estrato-cristalino y entra el culm, que continúa hasta más allá del Guadiato otros 2 km. Sobre la izquierda del río, frente á la desembocadura del arroyo del Hoyo, sobresalen los peñones de caliza.

Predomina en el culm la pizarrilla arcillosa; pero entre ésta se intercalan espaciadas de 50 á 60 m. de grauvacas muy micáferas y duras que sobresalen en el terreno, según se observa en el camino del Hoyo á Peñarroya, en el de Belmez á Doña Rama, etc., por donde se rizaron los estratos. En los arroyos de la Celadilla y de la Higuera se descubre igual disposición del culm, abundando más en el segundo las areniscas micáferas, tránsito á grauvacas blandas, inclinadas 80 á 85° SO.

A 3 km. SO. de Belmez, en el punto de partida de la *Inglesita*, y en 150 m. de anchura, entre la cayuela del culm 4 á 5 cordones de caliza resquebrajosa, algo silícea, veteada, de fractura prismática, en capas onduladas, si bien en su conjunto inclinan al SO.; y así continúan á lo largo del arroyo de la Zarzuela.

La misma doble repetición del culm y del estrato-cristalino se observa siguiendo las márgenes del Fresnedoso desde la reunión con el arroyo de la Pizarra, en el sitio nombrado Toma Florida, hasta su desembocadura en el Guadiato, según se indica en la figura 6 de la lámina 2.ª:

1—Estrato-cristalino.
2—Islote de pórfido anfibólico.
3—Pizarras astillosas del culm, alternando con granvacas metamorfoseadas y algunos lechos de caliza.
4—Islote de porfirita compacta.
5—Continuación de las pizarras y granvacas del culm.
6—Banco de 5 m. de grueso de una pudinga compuesta de guijo cuarzoso muy menudo.
7—Faja también del culm de 100 m. de anchura, formada de pizarrillas y cayuelas gris-verdosas con seis intercalaciones de otra pizarra tabular salpicada de puntos espáticos y en capas de 0m,10 á 5 m. de grueso.
8—Faja de micacitas arcillosas intercaladas en el culm, que mide 500 m. de anchura.
9—Capas del hullero medio con la intercalación (11) de caliza y de un grueso banco de conglomerados (10) que sobresale en la margen izquierda del Fresnedoso.
10—Caliza carbonífera.
11—Hullero medio apoyado sobre el conglomerado de la base.
12—Cambriano.
13—Siluriano.

Las capas del culm, como las del estrato-cristalino en él comprendido, y las del hullero medio, inclinan 70° SO. con perfecta regularidad por toda esta parte, prolongándose por la derecha de dicho río en la cañada del Corcho y á lo largo del camino del Ronquillo.

Con anchos comprendidos entre 1 y 2 km., la faja principal del culm cruza próxima á la derecha del Guadiato, junto al islotillo de caliza de la Casa Blanca, al S. del camino de Espiel á Villanueva del Rey, y avanza hasta 200 m. al NE. de esta última población. Más al S. se extiende ampliamente por el puerto Gregorio, donde se retuerce con varios pliegues anticlinales, asociada á grandes bancos de caliza fosilífera que contiene granillos de cuarzo y trocitos de pizarra mezclados con profusión de artejos de crinoides. La caliza reaparece en el cortijo del Vado de los Ánades; y entre éste y la estación de Espiel son sumamente sinuosos los límites de los dos tramos del sistema, cuyas líneas de contacto se enlazan con multitud de entrantes y salientes. Un cabo saliente del culm se descubre en el km. 55, donde las pizarrillas se levantan y retuercen entre conglomerados y calizas con cantos menudos de cuarzo. Siguiendo la misma vía férrea, entre ese km. y el 53, se observan entre el hullero medio otras dos lengüetas de 250 á 300 m. de anchura, en las cua-

les rematan las capas procedentes de los cerros Butrero y de las Cornudas, diversamente inclinadas al S. en la desembocadura del arroyo del Valle.

Pasada la estación de Espiel, tocan en el km. 51 los asomos de micacitas y pórfidos anteriormente citados; y sus lechos se desgarran y tuercen en todos sentidos junto á la caliza de la sierra del Castillo, predominando el buzamiento al SO. En el cruce del ferrocarril de Córdoba y del camino de Obejo á Villaviciosa, las mismas pizarras y samitas micáferas gris-verdosas, en fajas cien veces alternantes, se abren casi verticales con caídas rápidas al SO. y al NE., cubiertas á este lado por las pudingas del hullero medio. Desde el km. 48 de la misma vía hasta la estación de la Alhondiguilla, queda comprendido el culm entre el ferrocarril y el Guadiato, avanzando por el E. en una buena parte de las concesiones *Amelia* y *New Castle,* donde las capas ofrecen diversas inclinaciones al O.SO.

Siguiendo el camino de Villaviciosa desde la estación de la Alhondiguilla, la faja del culm mide 1600 m. entre el Guadiato y la vía férrea, que corta bien regladas las capas en los km. 48 y 49; y más á Levante el culm se va alejando del Guadiato, continúa por la canal de Gamonosa y se prolonga por el ensanchado vallejo que señala el arroyo del castillo de Vacar. Por toda esta depresión se extienden las pizarras de fractura arcillosa y las grauvacas pizarreñas con fósiles vegetales, que avanzan hasta los cerros del Álamo, dobladas en varios pliegues, predominando el buzamiento al SO.

Entre la estación de la Alhondiguilla y la del Vacar, la línea férrea sigue cerca del límite del culm, cuyas pizarras arcillosas de colores claros inclinan de 60 á 75° SO. en los km. 44 y 43. Desde el 41 al 33 queda más á P. la línea de contacto de ambas formaciones hulleras, y desde el 33 hasta el Vacar se cambia en sentido contrario el buzamiento de dichas rocas.

Caliza carbonífera.—No asoma la caliza carbonífera en una serie continua desde el comienzo al final de la cuenca, sino en islotes y serrijones que imprimen al valle del Guadiato cierto aspecto pintoresco muy distinto del resto de Sierra Morena. Conforme se indica en los cortes adjuntos, no se cruza normalmente la cuenca sin que varíe de mil modos la disposición de todas las capas, lo cual no sólo consiste en los múltiples trastornos estratigráficos de todos los sistemas, sino también en la forma de cuñas ó lentejones de las calizas carboníferas que allí se encuentran enclavadas en varias filas para-

letas, y que afloran con tan irregulares contornos como si fuesen masas hipogénicas.

Por sus caracteres estratigráficos y paleontológicos se comprende que la caliza carbonífera de esta cuenca no corresponde precisamente á la edad más inferior del sistema, ó sea á la que, para la región cantábrica, denominó Barrois *de los cañones*, ó *de las hoces*, y que tan enorme desarrollo tiene en las provincias de Oviedo, León, Palencia y Santander. La caliza de la cuenca de Belmez se formó en tres períodos diferentes y con muy diversa intensidad. El primero, en que la sedimentación química del carbonato de cal estaba acompañada y fué repetidas veces interrumpida por la sedimentación mecánica de las pizarras y grauvacas del culm; el segundo, en que dicha sedimentación química fué más copiosa y tranquila, principalmente en la mitad meridional de la cuenca que topográficamente es la más baja; el tercero, en que volvieron á ser predominantes los arrastres mecánicos, al propio tiempo que se depositaron los lechos de combustible. Claramente se perciben las señales de estos tres tiempos en la formación de la caliza de la cuenca si se repara en las diferencias de sus caracteres petrológicos. Las calizas del primero y del tercer tiempo, contienen en mayores ó menores proporciones granillos de cuarzo y trocitos de pizarra mezclados con los crinoides y otros restos orgánicos de la época, y se presentan en bancos aislados de pequeños espesores; mientras que las calizas del segundo tiempo son mucho más puras, de grano más fino, y asoman en los islotes y serrijones que más sobresalen por el costado occidental de la cuenca hullera propiamente tal, en la Parrilla, en la sierra Boyera, en el cerro del castillo de Belmez, en la sierra Palacios, en la del castillo de Espiel, en Nava Obejo y en Navacaballo.

Generalmente la caliza es de color gris claro, algo azulado, compacta, de fractura astillosa y concoidea, muy tenaz, en ciertos sitios un poco silícea ó con nódulos silíceos, según se observa en las sierras Palacios y Boyera, en el castillo de Belmez y en el de Espiel.

Como es muy frecuente en las calizas de diversas edades, en varios puntos está fisurada y acribillada de oquedades, muchas de las cuales alcanzan grandes dimensiones; y una de sus más interesantes circunstancias, es que las grietas y cavernas que la disgregan y ahuecan están rellenas de arcilla roja, en la cual se encontraron con abundancia cantidades no despreciables de fosforita testácea y concrecionada, que se explotó en su mayor parte entre los años 1870 al 77.

Esta fosforita se halla constituída por zonas alternantes translúcidas y opacas, de brillo resinoso, blanquecinas y salpicadas por dendritas de manganeso. Al microscopio las zonas transparentes se ven perfectamente isótropas, y las opacas no lo son más que en parte, presentando todo el mineral microsferas concrecionadas que, colocadas entre los nícoles cruzados, parecen á granos de fécula, indicando estos caracteres que aquél se halla formado de fosfato de cal y sílice hidratada coloide.

Con esta fosforita se asocia una marga pétrea fosfatada, que en contacto con la caliza semeja á una termántida, pero que poco á poco pierde su dureza y pasa á una brecha que empasta huesos de aves, mandíbulas y dientes de roedores y otros restos animales de época reciente. Admitiendo un origen hidrotermal á la fosforita, el señor Calderón supone (1) que las aguas geyserianas que transformaron las calizas, también transformaron las margas huesosas más modernas que atravesaron.

La ley de estas fosforitas llegó al 77 por 100, y de los criaderos explotados no quedan más señales que las grandes cavernas que se abrieron para su beneficio, aunque se observen indicios de que continúan á mayores profundidades.

Una estrecha faja de cuarcitas secciona en otras dos la caliza carbonífera entre Fuente Obejuna y la Granjuela por el extremo septentrional de la cuenca. La faja más meridional (fig. 1.ª, de la lám. 2.ª) se oculta en su mayor parte bajo extensos mantos de acarreo; en algunos de sus bancos abundan los crinoides, los coralarios y varias especies de *Productus*; en otros se encierran multitud de granillos cuarzosos, y á causa de hallarse unos y otros muy tendidos, se extienden en un ancho de más de 2 km. Entre las tierras pedregosas de acarreo, asoma disgregada en islotes pequeños la segunda faja alineada al S. 30° E.

Ocultas las calizas bajo extensos mantos diluviales, reaparecen más al SE. Las de la faja meridional, en las orillas del Lóbrego, donde están inmediatas á un islote porfídico y se reducen á 35 m. de anchura; las de la septentrional, en las de la Parrilla, donde se extienden con 150 m. de latitud y unos 500 de largo por las minas *Perro* y 2.ª *Terrible*.

Reducida á poco más de un metro de ancho reaparece la caliza en

(1) *Bull. Soc. Geol. France*, 3.ª serie, tomo VII, pág. 12.

la Calera de Peñarroya, cerca del empalme del ferrocarril de Fuente del Arco; vense pequeños afloramientos en los confines de las minas *Santa Elisa;* y en otro cordón paralelo situado más á P. cerca de la derecha del Guadiato, se alza otro mogote de caliza arcillosa fosilífera de 10 m. de ancho, que se prolonga hacia el arroyo Montera en contacto de las pizarras del culm, por entre las cuales cruza el río en esa parte.

Más al S. la caliza carbonífera se desarrolla con mayor amplitud por la sierra Boyera, en contacto con las fajitas siluriana y devoniana anteriormente citadas. Sobre la arenisca devoniana yace una caliza compacta alternante con gonfolitas de guijo menudo, brechas calizo-cuarzosas y otras con concreciones finas silíceo-arcillosas, formando en junto una banda de 20 m. de anchura, que puede mirarse como la base del carbonífero y representación del culm. Sobre ella se apoyan las calizas compactas, dobladas con buzamientos opuestos y ensanchadas hasta 500 m. por la parte occidental de la sierra, observándose entre sus bancos muchos crinoides, el *Productus punctatus*, Mart. sp.; el *P. giganteus*, Mart. sp., y otros restos orgánicos. Por uno de tantos desarreglos estratigráficos que hay en esta cuenca se ajustan contra estas calizas las pizarrillas del culm, que se retuercen al N. 15° O. en la bajada al Guadiato, por frente de la vega del Có.

Tocando á la villa de Belmez por su extremo septentrional, y formando en el centro de la cuenca como un vistoso y campanudo mojón, se alza el cerro del Castillo, que mide en su base un diámetro de 840 m., distinguiéndose por su figura cónica desde larga distancia. Es como un islote de caliza enclavado en el hullero medio; mas en profundidad sus bancos deben unirse con los de la sierra Boyera, de la cual es su prolongación al SE.

Al NO. de la sierra Palacios pueden observarse las relaciones de la caliza carbonífera y del hullero propiamente tal en las mismas orillas del Guadiato, frente á la máquina de agua de la Vega. A la derecha de ese río, las capas se tuercen en todos sentidos, apoyándose sobre dicha caliza la siguiente serie de tránsito: 1.° Brecha de cantos gruesos cuarzosos y calizas con granillos de diversos tamaños y composición. 2.° Arenisca califera con restos vegetales y animales. 3.° Pudingas de cantos menudos y guijarrillos entre dos fajitas onduladas en todos sentidos de arcillas pizarreñas. La inclinación media de las capas es de 70° O.SO., y la brecha continúa con 3 m. de espesor bajo los aluviones de la Vega del Toro. Esas calizas brechoi-

des y fosilíferas continúan por las márgenes del arroyo Fresnedoso, á cuya desembocadura en el Guadiato se prolongan los conglomerados que hay al pie de la sierra Boyera.

A 4 km. más al S. de Belmez se levanta en el centro de la cuenca la sierra Palacios, formada de tres picos desiguales con anchos comprendidos entre 200 y 500 m. en cerca de 2 km. de longitud; y continuando todavía más al SE. á lo largo del valle, se disminuyen mucho los tamaños de los diferentes islotes que entre el hullero medio se encuentran, pues por regla general se reducen á delgados lechos intercalados entre las areniscas, pizarras y conglomerados que acompañan al carbón. Entre los islotes más salientes merece citarse el que se marca con altos peñones, de 50 m. de largo por 30 de ancho, sobre la izquierda del arroyo de la Zorrera, á P. de la mina *Piedras Calizas*, entre el camino alto y el bajo de Espiel. Enclavada como el anterior en el hullero medio, hay otro islote alargado de caliza veteada fosilífera en la mina *Protectora*, á mitad de distancia del cortijo de Pedro Vera y de la vía férrea. En sitios mide hasta 100 m. de anchura; sus bancos inclinan solamente 20° SO., y se prolongan del arroyo del Puntal al de la Zorrera. En el extenso llano cuaternario de la Vega de los Peñones, cerca del poste kilométrico 64 de la vía, con un ancho de 50 m. y una longitud de unos 500, se alzan tres mogotes de caliza muy compacta, veteada, llena de crinoides, alternante con otra arcillosa, amarillenta y fosilífera, cuyos bancos reaparecen ondulados en el km. 65.

Sea porque realmente allí se depositaran con mayor amplitud y profundidad, ó sea porque los efectos de la denudación fuesen mayores y las pusieran más al descubierto, aparecen las manchas de caliza mucho más desarrolladas en extensión y potencia en los términos de Espiel, la Ballesta y la Alhondiguilla. Con relieve orográfico más acentuado, y alcanzando mayores alturas que las manchas anteriores, á 2 km. al S. de Espiel se eleva la sierra de Nava Obejo, que en una longitud de 5 km. mide la anchura media de 1500 m. La vía férrea y el Guadiato la circuyen por el O.; en su extremo septentrional remata en el cerro del castillo de Espiel, sobresale por el SE. en el de Navacaballo, y se enlaza por el S. con otro islote importante de caliza, el del cerro Cabello, inmediato á la estación de la Alhondiguilla. Estas sierras separan la depresión de la Ballesta del valle del Guadiato; y con crestas peñascosas se alinean en varias fajas, las más orientales, intercaladas en el hullero medio hacia el centro de

la cuenca, y las occidentales en contacto del culm. La primera faja asoma en el arroyo Calerizo, á 300 m. al S. de la charca de la mina *Luz*, con un ancho de 200 m., en bancos inclinados al SO., unos de caliza arcillosa, otros casi pura, sobresaliendo en el achatado y alto cerro de Los Otriles al NE. de la sierra de Espiel, de la que está separado por la cañada de Mansegoso. En su mitad superior, esta cañada cruza la prolongación oriental de dicha faja caliza, que desde Los Otriles se enlaza con las salientes masas de Nava Obejo, por el intermedio de la loma de las Peludas.

Las capas superiores de la sierra de Espiel contienen gran cantidad de crinoides y coralarios; y en las inferiores abundan los braquiópodos, entre los cuales he creído reconocer los siguientes:

**Rhynchonella pleurodon*, Phill.
**Sperifer lineatus*, Mart. sp.
**Spirifer bisulcatus*, Sow.
Spirifer pinguis, Sow.
**Productus semireticulatus*, Mart. sp.
**Productus punctatus*, Mart. sp.
Productus striatus, Fisch.
Productus fimbriatus, Sow.
**Productus giganteus*, Mart. sp.

Entre los crinoides abundan sobre todo los artejos del **Poteriocrinus crassus*, Miller, asociado á placas y radiolas sueltas de un *Archæocidaris*, parecido al *A. Munsterianus*, Kon., y á la *Fenestella retiformis*, Schlot., cuyos restos se hallan tanto en la sierra de la Estrella como junto al Castillo.

De las diversas especies de coralarios de la caliza de esta mancha y de otras inmediatas, la más común parece ser el *Lithostrotion Martini*, Edw. et Haime, encontrándose además:

Zaphrentis cylindrica, Scoul sp.
Zaphrentis Bowerbanki, Edw. et H.
**Amplexus coralloides?* Edw. et H.
Cythophyllum Murchisoni, Edw. et H.

Las siete especies señaladas con un * se encuentran en el hullero inferior (tramo de Lena en Asturias ó de Visé en Bélgica), denotando

el conjunto de su fauna lo que ya se dijo anteriormente: que la caliza de esta cuenca tiene más relaciones cronológicas con el culm que con la división más inferior del sistema.

Al S. de Navacaballo se interrumpe la continuación de la caliza de montaña, que reaparece en dos filas de mogotes, una cerca de la vía férrea, entre Alhondiguilla y el Vacar; otra que asoma en varios puntos del término de Villaharta, y que se enlaza por Pedriquejo con las afloramientos de San Francisco del Monte, Villafranca de Córdoba y Adamuz.

Aparte de esas dos filas hay otros islotillos anejos de los que forman el cordón principal paralelo al eje de la cuenca; y uno asoma entre micacitas muy silíceas á 200 m. al O. del Guadiato, á corta distancia de la Casa Blanca, siguiendo el camino de la estación de Espiel á Villanueva del Rey.

Por regla general, los bancos de caliza de estos islotes inclinan fuertemente al SO., volcados sobre las pizarras y samitas hulleras, aparte de gran número de trastornos locales que en estas últimas y en las capas de combustible se señalan, relacionados con los isleos porfídicos repetidas veces citados.

Por el lado opuesto de la misma sierra se destaca de cerro Cabello y Piedras Blancas un cordón de la misma caliza, que mide entre 15 y 30 m. de anchura, encajado con los estratos invertidos entre el hullero y las cuarcitas silurianas, hasta que se restablece su posición en las inmediaciones de Villaharta, asomando lentejones aislados en las cercanías de los baños nuevos de Doña Elisa. A 2 km. á P. de éstos, en la Era del Rayo y la Nava del Molero, abundan los corolarios entre bancos que encierran el *Productus giganteus*, Mart. sp.

En la faja carbonífera que se prolonga desde la Alhondiguilla á la estación del Vacar, se ven enclavados entre pizarras varios islotes de caliza, á modo de lentejones, que no es fácil sospechar si estarán unidos en profundidad, ó son restos desgajados de una zona en otro tiempo continua. En el km. 43 de la vía férrea se intercalan lechos de 30 á 90 cm. de caliza obscura con velas blancas, granillos de arena y trocitos de crinoides; á 200 m. al E. del 39 aflora otro lentejón de caliza azulada, cuyos bancos buzan al SO., y en el 34 cruza el ferrocarril otra faja de calizas con crinoides, corales y velas ferruginosas pardo-amarillentas.

Hullero medio.—Este tramo se compone principalmente de conglomerados, pizarras arcillosas y arcillo-carbonosas, samitas de gra-

no grueso alternantes con pudingas, intercalándose además de las capas de carbón otras de caliza, de arcilla pizarreña, gredas plásticas azuladas, lechos y bolsadas de hematites parda y de siderosa.

Aparte de sus complicadas dislocaciones estratigráficas que se detallarán más adelante, en su conjunto los bancos de estas rocas inclinan constantemente al SO., es decir, hacia el Guadiato, quedando sobre la izquierda de este río la mayor parte de la formación.

Entre los conglomerados hay que distinguir principalmente los de la base, que se extienden con muy variables espesores y anchuras por los límites orientales de la cuenca, separados por una falla general de los filadios cambrianos y de las cuarcitas silurianas. No todos los conglomerados de la base son de idéntica composición, pues los hay brechoides de cantos angulosos, otros de cantos medianos y pequeños de cimento rojizo, otros de cantos también desiguales y cimento gris, predominando en todos el elemento cuarzoso, que es casi exclusivo. Las cuarcitas silurianas contribuyeron en primer término á la formación de estos conglomerados, en los cuales también abundan los trozos de cuarzo blanco lechoso de los filones que cruzan las pizarras cambrianas. Estas y los elementos feldespáticos del estrato-cristalino son más escasos.

En las areniscas, generalmente bastas ó de grano grueso, hay que distinguir las que son cuarzosas de colores parduzcos y amarillentos, de cimento arcilloso, y las feldespáticas en las cuales se mezclan los granos de cuarzo con otros blancos de ortosa descompuesto, y que son menos frecuentes. Las primeras merecen el nombre de samitas, pues abundan en ellas las hojuelas de mica que las hacen pizarreñas; las segundas son más propiamente unas arcosas.

Las pizarras arcillosas son en parte carbonosas, de color agrisado obscuro, en parte ferruginosas pardo-amarillentas. En unas y otras abundan los vegetales fósiles, que también suelen verse en las areniscas y hasta en los conglomerados. Entre las especies recogidas se han clasificado las siguientes: *Calamites Suckowi*, *C. approximatus*, *C. undulatus*, *C. Cistii*, *C. cannæformis*, *Calamocladus foliosus*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Sphenopteris artemisiæfolia*, *S. tridactylites*, *Neuropteris cordata*, *N. gigantea*, *N. flexuosa*, *N. heterophylla*, *N. Cistii*, *N. Scheuchzeri*, *N. auriculata*, *Pecopteris pennæformis*, *P. Meriani*, *P. Plukeneti*, *P. hemiteloides*, *P. Miltoni*, *Alethopteris Serlii*, *Dictyopteris Brongniarti*, *Ptychopteris monodiscus*, *Lepidodendron dichotomum*, *L. rimosum*, *L. obovatum*, *Sigillaria tessellata*, *S.*

elegans, S. lævigata, S. captocœnia, S. scutellata, S. mammillaris, S. rhomboidea, S. Brongniarti, Cordaites borasifolius, Stigmaria ficoides, Cardiocarpus emarginatus, Rabdocarpus indet., la mayor parte de las cuales corresponden al hullero medio y al comienzo del superior.

En la parte media de la formación no son raras las gredas ó arcillas algo abigarradas, entre las cuales se intercalan lentejones ó capas irregulares de hierro carbonatado litoideo, con espesores variables que rara vez pasan de un metro.

Con desiguales intervalos de actividad y de reposo, continuó en el hullero medio la formación de la caliza que se intercala entre las otras rocas á diversos niveles, llevando impreso en ella el carácter predominante del origen mecánico de las demás rocas de la cuenca, pues mezclados con los crinoides y otros restos fósiles que contiene, abundan, como ya se dijo, los granos de cuarzo y los trocitos de pizarra.

Este tramo varía notablemente en anchura, que es de 3 km. entre Fuente Obejuna y Peñarroya, de algo más de 2 entre Pueblo Nuevo del Terrible y Belmez, se estrecha en la sierra Palacios, pasada la cual vuelve á tomar notable latitud frente á Villanueva del Rey, para estrechar nuevamente entre Espiel y la sierra de su nombre. Más á L., en las vertientes orientales de Nava-Obejo, vuelve á ensanchar hasta tener más de un km. poco antes de llegar á la Ballesta, desde cuyo paraje estrecha nuevamente, y pierde su importancia industrial al S. de Villaharta.

La importancia grande que tiene esta cuenca por sus capas de carbón, obliga á entrar en detalles acerca de sus minas, tanto de las que hoy se hallan en explotación, cuanto de las muchas que siguen inactivas.

II

EXAMEN DETALLADO DE LAS MINAS DE LA CUENCA

Considerada detalladamente, en su *Note sur la géologie du bassin houllier de Belmez* (1), distinguió Parrán en esta cuenca las siguientes divisiones de abajo para arriba: 1.ª, conglomerados de la base; 2.ª, subtramo del *Terrible;* 3.ª, subtramo de Cabeza de Vaca; 4.ª, subtramo del Guadiato y de la Ballesta; y en conjunto, según él, las cuatro divisiones se manifiestan y cubren sucesivamente de N. á S. con buzamiento meridional.

Más común es contar en la cuenca los dos grupos de capas de carbón del muro (las del *Terrible*), que son las situadas más á L., y las del techo, que son las más próximas al Guadiato, y corresponden á los otros dos subtramos.

Tratándose de una cuenca tan alargada como ésta, para hacer un examen detallado de sus minas, juzgo más práctico dividirla en las cuatro secciones siguientes, que describiré por orden geográfico, de NO. á SE:

1.ª Desde el extremo septentrional hasta Belmez.
2.ª Entre Belmez y el arroyo Albardado.
3.ª Desde el Albardado hasta Espiel.
4.ª Entre Espiel y La Ballesta.

Primera sección.—En el extremo septentrional de la cuenca, entre Fuente Obejuna y la Granjuela, por las vertientes orientales de la sierra de la Grana, las capas hulleras, así como las de otras formaciones con que se intercalan, asoman muy desgarradas en todos sentidos, en relación con el gran número de masas hipogénicas que por allí se encuentran, según se representa en la figura 1.ª de la lámina 2.ª

A 4 ½ km. de la Granjuela, en el paraje nombrado Las Cortezuelas, entre mantos diluviales que impiden ver sus confines con terrenos más antiguos, afloran las pudingas de guijo menudo y las areniscas bastas muy arcillosas, con helechos fósiles y una capa de

(1) *Bull. Soc. géol, de France,* 2.ª serie, t. XXVIII.

carbón que se cortó casualmente con un pozo abierto para buscar agua.

A 300 m. más al S. están dos labores de la antigua *San Eusebio*, en el sitio llamado La Gastana, y donde abundan los troncos de *Calamites* en arenicas gris-azuladas, alternantes con otras ferruginosas rojizas y duras.

Inmediatos á las labores de *San Eusebio* se hallan los restos de otro pozo de la *Margarita* (a. *Josefa*), que cortó pizarras carbonosas, areniscas bastas y finas y la pudinga de guijo menudo. En las areniscas de grano más fino abundan los *Calamites*, *Cordaites* y varias especies de *Neuropteris* y otros fósiles.

A 800 m. al N. del calerín de Fuente Obejuna, á orillas del Lóbrego, en la misma *Margarita*, las capas de esas rocas se tienden hasta los 35° al S.SE.; pero en el mismo arroyo se retuercen hasta tomar la alineación más frecuente, inclinando 60° E.NE., y siguen de este modo hasta los confines de esa mina con la *Nueva Esperanza*, levantándose casi verticales por el extremo de P. del *Porvenir de la Industria*.

El *Porvenir de la Industria* es la principal concesión de esta zona septentrional de la cuenca, situada entre Peñarroya y Fuente Obejuna, en su mayor parte oculta bajo mantos pedregosos de acarreo. La más septentrional de las siete capas reconocidas en esta sección mide hasta 3 m. de espesor, y á 300 m. más al SO. se halla la principal, dividida en dos vetas que suman 5 m. de carbón, y abarcan una intercalación de pizarras y areniscas que en sitios las separan hasta 15. Inclinan 32° SO., y entre las otras cinco que siguen más al S., entre 300 y 400 m. de la principal, se encuentra la que debe ser prolongación de la *Terrible*. El carbón es seco, hojoso, brillante y duro, rinde 40 por 100 de cribado y 30 á 35 de galleta, y arde con llama corta. La mayor sequedad de estas hullas depende del metamorfismo producido por las masas porfídicas de los cerros inmediatos de Masatrigo y los Castillejos.

Al SO. de las casas del *Porvenir de la Industria* se doblan nuevamente los estratos inclinando 65° 0,25 N.; pero en contacto con los pórfidos de los Riscos del Lóbrego, se extienden con 40° de buzamiento al SO.

Sobre la derecha del arroyo de la Parrilla radica, entre otras, la mina *El Perro*, donde se ven las señales de un pocito abierto en 1843 y de un socavón de 20 m. En la pequeña planicie nombrada

Vega de los Cuernos, por la parte N. de la concesión, lindando con la *Castellana*, se abrieron otros dos pozos que descubrieron una capa de 3 m. de carbón, parcialmente convertida en cok natural por la acción metamórfica de un islote porfídico inmediato, relacionado con los situados más al O. en Masatrigo. Estas concesiones son de interés, pues á ellas se prolongan las de *San Rafael* y la *Segunda Terrible*, de que se trata á continuación.

Sobre la orilla izquierda del arroyo de la Parrilla, en la mina *Ondina*, las areniscas tabulares de grano grueso muy arcillosas, asociadas á conglomerados de guijo menudo, se tienden súbitamente con menos de 45° de inclinación por la intrusión de bancos irregulares sobrepuestos á otras areniscas más levantadas infrayacentes. Ni esa concesión ni las que siguen al S. parecen de mucho interés; pero en la *Ballena*, cerca del mencionado arroyo, se abrieron hace tiempo tres pozos, los cuales cortaron una capa gruesa que se abandonó por ser su carbón demasiado seco.

Notable desarrollo tienen los conglomerados del techo cerca de la unión del arroyo de la Parrilla y el Guadiato. A 300 m. al NE. de este río tienen 150 de espesor, marcándose en ellos un anticlinal; y siguiendo dicho arroyo aguas arriba, se observa que sus bancos aumentan de inclinación desde los 12° á los 60°, intercalándose algunas arcillas carbonosas, y terminando á 250 m. más abajo del puente de la carretera de Fuente Obejuna. Sobre ellos se apoyan las areniscas verdosas y otras pudingas, que á su vez dan asiento á las pizarras con capas de carbón, una de las cuales asoma á 50 m. NE. de dicho puente, y otra á mitad de distancia del mismo y del ferrocarril de Fuente del Arco.

Según se representa en la figura 4 de la lámina 2.ª, el hullero medio se apoya sobre la faja de caliza que hay en la presa de la Parrilla, más al E. de la cual aparecen infrayacentes, tal vez separados por una falla, los bancos hulleros que encierran los grandes afloramientos del carbón de la *Segunda Terrible*. Pasados éstos, en contacto con las pudingas de guijo menudo, de las areniscas y pizarras del sistema, asoman los filadios cambrianos que envuelven el islotillo de pórfido ya citado.

Entre el arroyo de la Parrilla y Belmez radican las principales minas de la cuenca; y á juzgar por las labores efectuadas hasta la fecha, también la mayor riqueza y los mejores carbones. Predominan entre sus rocas las pizarras, y como las areniscas son blandas

también, fuera de las depresiones de los barrancos, queda el hullero casi por todas partes cubierto bajo un manto detrítico de 3 á 4 m. de espesor. En esta sección se desarrolla principalmente el segundo subtramo que estableció Parrán, ó sea del *Terrible*, con una potencia media de 500 m.

En las minas *San Rafael* y *Segunda Terrible* se han reconocido varias capas: la situada más al NE., de carbón muy sucio ó emborrascado, aunque en ciertos sitios mide más de 6 m. de espesor, se cierra mucho á los 50 de profundidad. La número 2, cuya prolongación septentrional se extiende á lo largo de *El Perro*, se ramifica por el lado opuesto, y cerca del dicho arroyo se reconoció con espesores que llegan á 23 m. en algunos sitios, no bajando de un millón de toneladas la fracción reconocida en la *Segunda Terrible*, en cuyo segundo piso, en 360 m. de longitud, se sostiene con fuertes inclinaciones hasta los 55 de profundidad, encajada entre pizarras, hallándose á 35 m. más al N. la faja de caliza de la Parrilla. Su carbón es antracitoso y produce algo de gas. La dirección de estas capas es 0,10 N.; pero por encima de la charca de la Parrilla se revuelven más al N.

El nivel geológico superior de la cuenca, ó sea el que designó Parrán con el nombre de *subtramo del Guadiato y de la Ballesta*, comienza desde cerca de la confluencia del arroyo de la Parrilla y dicho rio, donde tan desarrolladas están las pudingas, sigue por el borde occidental hasta las inmediaciones de Villaharta, y está separado del resto de la formación por la fila de las principales manchas de caliza anteriormente descritas.

A 100 m. al S. de Peñarroya, en el comienzo del arroyo de la Hontanilla, los conglomerados rojos de la base yacen con 50 m. de espesor y menos de 10° de inclinación S.SO. Sobre ellos se tienden igualmente los conglomerados grises de cantos más pequeños, alternando las arcillas más arriba, las areniscas y la primera capa de carbón del muro que en la mina *Chimbo* se presentó muy emborrascada. A 30 m. de ella hay otro afloramiento carbonoso de $0^m,70$, y á otros 70 m. se halla la tercera, que cruza el límite de dicha mina y *La Calera*.

Entre 1 y 2 km. al S.SO. de Peñarroya, sobre la derecha del mismo arroyo Hontanilla, existen las huellas de varios pozos abiertos entre areniscas y arcillas, inclinadas 55° S. 17° O. á causa de un desarreglo estratigráfico muy acentuado en las minas *Perseverancia*, *Chimbo* y *Bella Carlota*. En esta última, por la margen opuesta del arroyo, se

abrieron dos pozos en 1850, que después de atravesar un metro de aluviones pedregosos, penetraron en una capa de carbón de 2 á 3 m. de espesor. Más al S., en la demasía comprendida entre dicha mina y *La Calera*, cerca de la vía de Almorchón, las pizarras arcillo-carbonosas grises y amarillentas se tienden onduladas, casi horizontales, en más de 200 m. de anchura.

En *La Calera* se encuentran cuatro capas. La más meridional sólo ha mostrado 60 cm. de espesor en los sitios donde superficialmente se reconoció, á 300 m. al E. de un cordón de caliza á que debe su nombre esta mina. A 9 m. más al N. de ella existe la capa núm. 2, que es la principal, bastante regular en su alineación, de carbón antracitoso con borrasco entre pizarra negra. En algunos sitios alcanza hasta 5ᵐ,50 de espesor; pero á partir del pozo núm. 2, en el límite S. de la concesión, se notan tres estrecheces principales: una á los 10 m., la segunda á los 42, y por fin la tercera á los 87, reduciéndose á la guía en todos los pisos. Más al E. vuelve á engruesar antes de llegar á su colindante la *Bella Carlota*. A 100 m. más al NE. de la núm. 2 asoma la núm. 3, que sólo se exploló unos 60 m. también, con 5 m. de carbón limpio y 1ᵐ,50 de borrasco, y en el extremo NE. de la concesión penetra la núm. 4, que debe ser la principal de la *Terrible*.

Durante más de medio siglo la mina *Terrible* ha figurado á la cabeza de la producción de hulla de la cuenca, como si en ella se hubieran depositado las principales masas de combustible. Se cuentan en esta concesión diferentes capas que se doblan en multiplicadas ondulaciones, si bien su inclinación media es de 60° SO. A la profundidad de 15 m. la capa principal se ofreció horizontal en una longitud de 40 con lentejones, cuyos gruesos varían entre 10 y 80 m., lo que permitió en un principio preparar la explotación á cielo abierto, dejando los grandes hoyos que existen al pié del Pueblo Nuevo. Paralela á ella, á distancias comprendidas entre 3 y 10 m., hay otra de 1ᵐ,50 á 2 m. de grueso que desaparece por su extremo NO., y se explota al propio tiempo que la grande por medio de recortes espaciados 50 m. A 200 m. más al SO. yace la capa de *San Juan*, que en la mina *Santa Rosa* se siguió por una galería, á partir de un pozo de 30 m. situado entre el arroyo Hontanilla y la fundición de Peñarroya. Aunque la capa era gruesa, su carbón está muy emborrascado entre las cayuelas negruzcas inclinadas de 70 á 80° S.SO. Aparte de los diversos pliegues de todas las

capas que se observan en esta mina) se encuentran algunas roturas ó fallas, como la que se indica en *f* (fig. 1.ª) Por la parte occidental de la concesión asoman, casi verticales y á modo de dique, algunos bancos de caliza, *c*, que por su mayor resistencia, contribuyeron á hacer mayores tales dislocaciones estratigráficas.

A P. de la *Terrible* la Sociedad Manchega, Bética, Vizcaína posee las tres concesiones *Hernán Cortés*, *Mazzepa* y *Mazzepa segunda*. Estas dos últimas, cruzadas por el Guadiato, son de secundario interés, pues en su extremo meridional las penetra el hullero inferior ó culm. Radican en el llano de las Corridas, intermedio entre la Parrilla y la Hontanilla, por una planicie en suave declive, donde las tierras pedregosas de acarreo ocultan casi enteramente el hullero, aflorando en cortos trechos unos bancos de areniscas duras, junto á

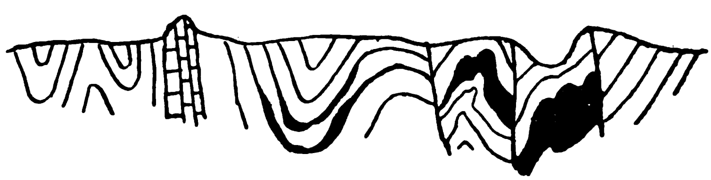


Fig. 1.—Corte á través de las capas de la *Terrible*.

las cuales se investigaron muy superficialmente hace tiempo unos lechos carbonosos.

Cruzada la *Hernán Cortés* de SE. á NO. por el ferrocarril de Belmez á Almorchón, y de N. á S. por el arroyo de la Hontanilla, en las márgenes de éste las capas se doblan repetidas veces en todos sentidos, según se indica en la figura 5 de la lámina 2. Los pozos que se abrieron hace más de treinta años para investigar su riqueza, fueron insuficientes para apreciar su valor efectivo; pero con algún fundamento se la debe considerar como una concesión importante, pues las dos capas de su inmediata *La Calera*, reconocidas también en la *Bella Carlota* con 2 á 3 m. de espesor, se prolongan á la *Hernán Cortés*, y atendiendo también á la proximidad de las dos minas más importantes de la cuenca, la *Terrible* y *Santa Elisa*, es lógico suponer en aquélla una ó varias de esas grandes bolsadas de combustible. Uno de los pozos de la *Hernán Cortés*, situado á 100 m. á P. de los hornos de cok de Peñarroya, alcanzó 75 m. de profundidad, fué con-

venientemente mamposteado, y subsiste en perfecto estado de conservación.

En los confines de esta mina y de la *Rosa*, sobre la caliza de la *Calera*, yacen las areniscas y pizarras con menos de 25° de inclinación, y así continúan hasta tocar la otra faja de calizas que se alza sobre la izquierda del Guadiato.

Al SO. de la *Terrible*, entre el arroyo de la Hontanilla y el del Lobo, se encuentran las minas *Laura, Esperanza, Vindicación* y *San Mateo*, cruzadas diagonalmente por el arroyo de la Montera é insuficientemente exploradas. En los límites de la última y de la *Justa*, no lejos del Guadiato, las pizarras y areniscas tabulares se rizan sua-

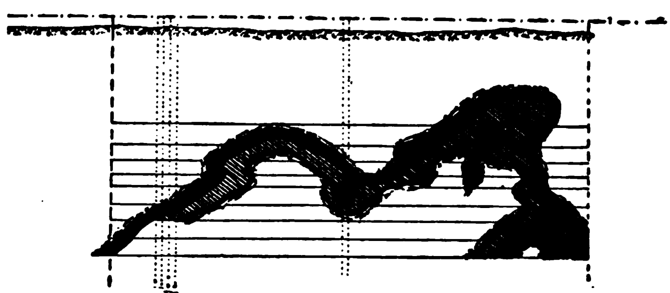


Fig. 2.—Corte á través de la capa principal de *Santa Elisa.*

vemente onduladas y se arquean sinuosas en el sentido de la dirección, desarreglo estratigráfico que se corresponde con el que hay á 500 m. antes de la unión del arroyo Montera con el del Lobo, en la concesión *Los Ingleses*, donde se observa un fuerte pliegue anticlinal que dobla dichas rocas y los conglomerados sobrepuestos con fuertes inclinaciones al NO. y al SE. A 25 m. antes de la junta de dichos arroyos, se levanta el islote de caliza arcillosa, prolongación del anteriormente citado.

Aparte de la *Terrible*, el grupo de minas *Santa Elisa, Ana, Pequeña* y *San Marcelino* es el más rico de la cuenca, en opinión del Sr. Brard [1], quien supuso en él una riqueza de seis millones de toneladas, admitiendo que se llegue en profundidad hasta 500 m. En este grupo se distinguen tres zonas: la septentrional con tres capas explo-

(1) *Rev. Min.*, serie *C*, tomo VI, pág. 317.

tables, la meridional con cuatro que suman un espesor de 5 m., y la central, donde se vienen explotando hace cuarenta años las grandes masas ó bolsadas de la *Terrible* y *Santa Elisa*. En esta última la capa principal se contornea, repliega, bifurca y ramifica con tan irregulares ensanches y estrecheces, que nadie podría formarse idea aproximada de su forma sin tener á la vista numerosos cortes transversales y longitudinales trazados á diversos niveles. Partes hay en que fué tan violentamente estrujada y desgarrada, que parecen capas distintas, y en cambio, por otros sitios se dobla sobre sí misma, como si fuese un solo banco de hulla con intercalaciones pizarreñas, mostrando al propio tiempo las extraordinarias desigualdades con que en su formación se acumuló la materia carbonosa en fondos de relieve su-

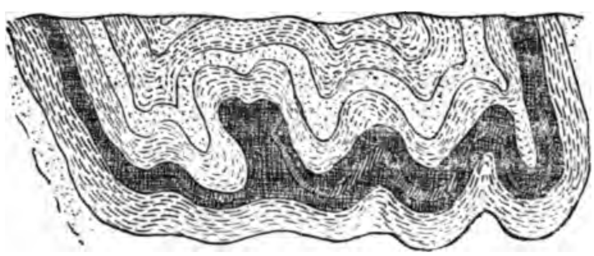


Fig. 3.—Corte de la capa principal de *Santa Elisa* y *San Miguel*.

mamente irregular, según se representa en la figura 2. Sin las labores subterráneas no hubiera sido fácil comprender que las dos ramas que afloran muy inclinadas en *San Miguel* y *Santa Elisa*, están unidas en una sola capa ondulada á cierta profundidad, conforme se indica en la figura 3.

Las principales ramas contorneadas á modo de cubetas, se designan por letras. La *A* se ramifica tres veces con espesores que varían de 8 á 20 m.; la *B* es una bolsada de 20 m. de ancho y 50 de largo, adelgazada á 4 m. en su unión con la *A* y reducida á cero en su enlace con la *C*; ésta es uniforme de 10 á 12 m. de grueso en el piso 11, aumentando hasta 20 en el 16; la *F* es otra rama casi vertical que concluye á 200 m. del límite con la *Terrible*. Varían algún tanto los caracteres de los carbones de cada una de estas ramas: los de la *C* y *F* dan mucho gas, son muy duros y no pasan de 5 por 100 de cenizas; los de la *A* no dan gas, son grasos, con 25 por 100 de ma-

terias volátiles y 8 á 10 de cenizas. La capa de *Santa Ana*, situada más al NE., se divide también en tres secciones irregulares y sus carbones son más blandos, pues producen hasta 50 por 100 de menudo.

Al O. de la *Santa Elisa*, siguiendo el arroyo del Lobo, se cruzan las concesiones *San Juan* y *Rafaela*. En la primera abrieron los ingleses en 1848 un pozo de 50 m., que cortó las ramas occidentales de la capa principal de *Santa Elisa* y la que tomó el nombre de la concesión.

Junto al punto de partida de la *Rafaela*, y á 40 m. á P. del pozo *San Juan*, se extiende un banco de caliza gris clara veteada, que debe suponerse del hullero medio, pues se intercala entre pizarras y areniscas, sin que se noten discordancias estratigráficas.

Cuatro pocillos abiertos cerca del punto de partida de la *Loba*, en el arroyo de su nombre, no cortaron capa de carbón de suficiente interés.

Entre la *Santa Elisa* y Belmez radica el importante grupo de las minas tituladas *Muchachas*, *Muchachas* 2.ª, *Herrero*, *Herrero* 2.º, *Gitano*, *Gitano* 2.º, *Pala* y *Pala* 2.ª Pero, como advirtió el señor Oriol (1), la carencia de labores en los 4 km. que separan dichos dos puntos, hacen extraordinariamente difícil calcular la profundidad y situación de las capas del grupo de la *Terrible* en su prolongación meridional. Sin embargo, supone que la profundidad máxima á que pueden encontrarse las capas es de 289 m. en el *Gitano*, á los 100 del límite de *Santa Elisa*, á los 525 en la divisoria de *El Gitano* y *La Pala*, y á 789 en el extremo S. de esta última mina. «En vista de las ondulaciones de las capas, agrega, á medida que nos aproximemos al límite NE. de las concesiones, la profundidad será naturalmente menor. Por esto puede decirse, en términos generales, que las minas las *Muchachas* 2.ª, las *Muchachas*, *Herrero*, *Herrero* 2.º, presentan más facilidades para las labores de investigación en las capas hoy conocidas que las otras cuatro del grupo, en las cuales es fácil cortar capas desconocidas en la *Santa Elisa*, superiores á la reconocida en ésta y la *Terrible*.»

En la transversal de 645 m. que une el pozo *Camondo* de *Santa Elisa* con el plano inclinado de la *Ana*, se cortaron á la profundidad de 132 m. tres *borrascos*, que es posible sean explotables en aquellas minas.

(1) *Revista Minera*, serie C, tomo VI, pág. 317.

Aumentando el espesor de los estratos hulleros por cima de la capa de *Santa Elisa,* á medida que se penetra en el *Herrero* y los *Gitanos* aumentan las probabilidades de encontrar nuevas capas de hulla entre dichos estratos; y en resumen, se puede afirmar que la capa muy gruesa que se explota en la *Terrible* y *Santa Elisa,* es la misma que se laborea en *San Miguel* y *Ana,* y que se extiende por debajo de las minas de que hablamos. La rama explotada en *San Miguel* y *Ana,* se podrá explotar fácilmente en las *Muchachas, Herrero* y *Herrero* 2.°, mientras que la rama que podemos llamar central del *Terrible* y *Santa Elisa* se podrá trabajar en el *Gitano,* el *Gitano* 2.°, la *Pala* y la *Pala* 2.ª, sin más dificultad que el aumento de costo en las instalaciones por la mayor profundidad que alcanzarán las labores que en ella se establezcan.

No es posible resolver por falta de datos si el grupo de capas que se explotan en las minas *Santa Isabel* y *Cabeza de Vaca* llega á penetrar también en las concesiones las *Palas,* los *Gitanos* y los *Herreros,* grupo evidentemente más moderno.

Entrando en algunos otros detalles relativos á este importante grupo, agregaré los datos siguientes: En las *Muchachas,* cerca de su confín con el *Herrero,* á 45 m. del camino de Belmez, en 1887 y 88 se abrió un pozo de 29 m. que cortó una capa de carbón de 5 de espesor, sobre la que se siguió una galeria hacia el N., y probablemente es la misma que con igual grueso se encontró en 1850 por otro pozo de la antigua *Garibaldina,* hoy el *Herrero.* A otra capa situada más al S. deben corresponder los grandes núcleos de carbón encontrados en el *Gitano* por varias labores abiertas á mitad de distancia próximamente de las dos vías férreas de Almorchón y de *Santa Elisa.* Un pozo de 14 m. con dos galerías en cruz, practicadas en la misma mina á 60 m. al S. del punto de partida del *Herrero,* pusieron de manifiesto otra capa de carbón de 3 m. Casi todas estas labores radican cerca de las de *Santa Elisa,* en el paraje nombrado Navapandero, terreno en suave declive hacia el centro de la cuenca, al S. de las redondas lomas del Camello. Más cerca del castillo de Belmez, en las minas *Pala* y *Pala* 2.ª, no aparecen afloramientos de tanta riqueza; pero al menos se debe contar á lo largo de todo el grupo tres capas explotables con un espesor total de 5 m. como promedio, en la longitud de 4600, y con la profundidad de 200, lo que sumaría en las ocho minas una cantidad de cuatro y medio millones de toneladas. No debe rechazarse como exagerado ese grueso de 5 m.,

pues si en el extremo meridional no resultase tan elevado, por el lado opuesto, en las inmediaciones de la *Terrible* y *Santa Elisa*, no habrá motivos para negar, en compensación, la existencia de núcleos y cubetas ó *peces* de doble y hasta de cuádruple potencia, aun cuando no fuese en toda la profundidad que se supone.

De secundario interés son las minas situadas más á P. del grupo anterior en las vertientes orientales de la sierra Boyera, pues sus capas de carbón son más escasas y de menores espesores, correspondiendo á la zona superior, junto al límite occidental de la cuenca á orillas del Guadiato. En el *Cuarto de la Carne*, á un km. á P. del castillo de Belmez, por las faldas septentrionales de la citada sierra, se abrieron hace años varios pocillos, siguiendo una capa de carbón de medio metro de espesor entre bancos de conglomerados y areniscas fuertemente dislocados y retorcidos al O. 18° N. en muchos sitios casi verticales. Esta capa se prolonga más al S. por las *Gambetta* y *Zozobrana*, con espesor de 1 á 2 m. á la derecha del arroyo de las Guitarreras.

Al pié de *Los Mestos*, lo mismo á lo largo del arroyo Hondo que del de la Pililla, se muestra idéntica disposición de los estratos. Sobre los bancos cambrianos y silurianos yacen los conglomerados rojizos de la base con cantos gruesos angulosos de cuarcitas, á los que siguen las pudingas grises y amarillentas de cantos desiguales, que se tienden con menos de 10° de inclinación occidental, agregándose á ellas las areniscas de grano grueso con guijos dispersos en su masa.

A corta distancia al NO. de Belmez, por los confines orientales de la cuenca, al grupo de las *Muchachas*, toca otro perteneciente á la Compañía de los ferrocarriles andaluces, compuesto de las minas *Florinda*, *Arcadio* y *Paloma*, á la derecha del arroyo Hondo; *Carbonífera* y *Teodosio*, á su izquierda; *Remedios* y *Constancia Madrileña*, más próximas á la población; *Zozobrana*, *Conchita* y *Dolores*, á P. de la misma.

De 1847 al 49, en el punto de partida de la *Florinda*, se abrieron un pozo de 40 m. y una transversal de 30, que cortó un metro de carbón excelente, doblándose el espesor de la capa, reconocida por otra transversal en el segundo piso.

Treinta años después se abrió otro pozo de 60 m. á 15 al S. de dicho punto de partida, en terreno falso de pizarras y areniscas blandas con lechos del hierro carbonatado litoideo y bancos de conglo-

merado fino, reconociéndose también la misma capa; sin que dieran buen resultado otros dos pozos menos profundos situados respectivamente á 15 y á 50 m. más á P. Con 2 m. de espesor se reconoció la misma capa por dos pocillos de 7 m. en el remate meridional de la *Florinda*, á la izquierda del barranco del Cortijeño, que se une cerca de allí al arroyo de las Guitarreras, donde las rocas del sistema inclinan de 35 á 65° S.SO.

A 35 m. á P. de esos pocillos, junto á la vía férrea de Santa Elisa, en terreno de la *Arcadio*, están las señales de otro pozo de 20 m. que cortó la misma capa en idénticas condiciones, y á 25 más al SO. se abrió en 1880 otro de doble profundidad con dos galerías, siguiendo á aquélla con 2 m. de espesor, pero en su mayor parte borrasco.

Por este lado, ó sea entre la nava de la fuente del Padre Córdoba, donde comienza el arroyo de las Guitarreras, y el Hondo, se acentúan las ondulaciones de las capas en todos sentidos y se observan los mismos accidentes estratigráficos en el km. 6.° de la vía férrea de Santa Elisa, donde á trechos aquéllas se desvían al N. 30°, y en otros al O. 40 N., predominando los conglomerados de cantos pequeños y las areniscas con fragmentos de cuarzo.

A la izquierda del barranco Hondo, en los confines de la *Pala* y la *Paloma*, asoma un peñón de cuarcita siluriana de 8 m. de largo por 3 de ancho, que pudiera tomarse como un afloramiento de terreno tan antiguo; pero que más bien parece fué arrastrado de las montañas vecinas cuando se formaron dichos conglomerados hulleros.

Por el lado oriental de la cuenca trayectos hay donde los conglomerados adquieren extraordinario desarrollo. Siguiendo el barranco Hondo, entre el Albardado y Belmez, á unos 300 m. al E. de la carretera de Peñarroya, se ve el límite oriental de la cuenca, que comienza con una faja de 50 m. de conglomerados morados, á los cuales siguen otros grises de cantos desiguales y angulosos, que miden cerca de un km. de anchura y que se extienden con igual amplitud hasta el arroyo de la Culebra. Aquí les siguen en orden ascendente los de guijarros menudos, de que se hacen buenas piedras de molino, y cuyos bancos van tendiéndose hasta los 20° de inclinación al O. Entre ellos brota la fuente del Cojo Parra, poco caudalosa, pero que da á Belmez la mejor agua potable. Estas grandes masas de conglomerado que hay al NE. y E. de la villa, se apoyan sobre pizarras moradas asociadas á un banco de arenisca cuarzosa siluriana, la cual,

á su vez, yace sobre las pizarras azuladas cambrianas, abiertas en abanico y casi verticales.

La concesión *Los Mestos* radica casi enteramente en los conglomerados de la base y es del todo estéril, sin que presente mucho mayor interés su colindante la *Carbonífera*, en la cual se abrió en 1860 un pozo de 20 m. al NO. del arroyo de la Pililla, y que cruzó una masa de borrasco de 15 m., insuficientemente explorada.

A 40 m. á la derecha del arroyo Cagancha, cerca de su junta con el Pililla, la Sociedad *La Pala* abrió, en 1867, en la mina *Teodosio* un pozo de 10 m., con una galería que cruzó una masa de carbón aislada entre conglomerados inclinados 75° S.SO. En la misma concesión, á 12 m. á P. de la carretera de Peñarroya, otro pozo de 30 m. atravesó otra capa de carbón emborrascado de 1,50, cerca de dicho arroyo Pililla, donde los estratos se doblan con fuerte inclinación al N. 25° E. en unos 100 m. de anchura, pasados los cuales se restablece el buzamiento meridional predominante.

Estériles fueron las calicatas que hace mucho tiempo se abrieron en la *Remedios*. A 50 m. á la izquierda de la carretera de Peñarroya tropezó con algo de carbón un pozo de la *Constancia Madrileña*, practicado en 1845; y después, en la *Duquesa* otro pozo de 20 m. atravesó una de las capas del muro de un metro de espesor. Por este lado de la cuenca, de muy secundario interés, es decir, entre Belmez y el arroyo de la Pililla, queda oculto el hullero bajo tierras de labor y de acarreo á derecha é izquierda de la carretera de Peñarroya.

En las márgenes del arroyo San Gregorio los conglomerados se doblan muy levantados en un anticlinal, cambiando su buzamiento al NE.; pero pasado el barranco Hondo se alzan casi verticales con buzamiento opuesto, asociados á arcillas y pizarras con dos lechos de carbón insignificantes.

Entre la sierra Boyera y Belmez, asociada á lechos de areniscas de grano grueso, cruza la faja de los conglomerados superiores, que miden de 200 á 250 m. en las minas *Conchita* y *Dolores*, ensanchándose hasta los 400 en la *Harman*. Entre ellos encajan dos capas irregulares de carbón bastante seco, distantes entre sí unos 20 m., con espesores de 0,40 á 0,60, y que en las tres concesiones fueron objeto hace tiempo de pequeñas é infructuosas labores de reconocimiento á la derecha del arroyo San Gregorio y cerca de su unión con el Cagancha. En esas tres minas inclinan las capas 60° S.SO.; pero entre la *Harman* y *María Clara*, en más de 200 m. hasta el

Guadiato, siguiendo las vertientes del cerro de Santiago, los estratos se retuercen al O. 15° N., doblándose con pendientes de 35 á 75° N. Este desarreglo de los bancos se muestra en las arcillas ferruginosas con calamites y lechos de siderosa que hay en el pozo situado á 40 m. á P. del punto de partida de dicha *María Clara*.

A 25 m. al SE. de esta última, junto al Guadiato, y dando frente á la huerta de Gonzalo, está el punto de partida de la *Consoladora*, donde es mayor la abundancia del hierro carbonatado litoideo entre las arcillas con cordaites y calamites. Se abrieron en ellas hace cuarenta años cuatro pozos de reconocimiento, uno de 20 m. de hondo, á 35 de la margen de dicho río, y casi todo practicado en los conglomerados, que estrechan considerablemente.

En el remate S. de la sierra Boyera, colindante con la anterior, se halla la *Triunfo*, donde las pizarras blandas concrecionadas y los lechos de hierro carbonatado se extienden en 200 m. con 25° inclinación N.NE., hasta terminar discordantes contra unos bancos retorcidos de conglomerados, que miden 20 m. de grueso y parecen desgajados de los que forman la faja principal anteriormente mencionada de la desembocadura del arroyo San Gregorio, según se representa en la figura 8 de la lámina 2. En ellos se observan troncos de sigillarias y calamites bastante bien conservados, demostrando que los arrastres á que estuvieron sometidos fueron poco violentos y de reducidos trayectos en el límite occidental de la cuenca.

Continúan esos conglomerados á la izquierda del mencionado arroyo, por la mina *San Anastasio II*, donde se reconoció también el lecho irregular de carbón interpuesto en ellos.

Segunda sección.—Entre Belmez y el Albardado hay algunas concesiones de bastante importancia, pero otras son de interés muy secundario, y en tal caso se hallan las nombradas *Virgen de los Remedios*, *Ermita* y *Aurora*, que situadas en el límite oriental de la cuenca, comprenden en gran parte los conglomerados estériles de la base. A éstos se sobreponen las areniscas y arcillas con hierro carbonatado litoideo y concrecionado, casi verticales ó con fuertes inclinaciones al SO., con dos fajas de conglomerados de cantos pequeños y desiguales, que se reconocen siguiendo el arroyo de la Ermita. La más occidental tiene 3 m. de grueso y cruza por las minas *Paseo*, *Santa Isabel* y *Trajano*, y la otra, mucho mayor, pues mide hasta 50 m., asoma en *Paseo 2.°* y la *Aurora*, inclinado entre 50 y 80° SO. En los confines de esta última y de la *Virgen de los Reme-*

dios la arenisca gris y pizarreña de grano grueso á ellos asociada se levanta vertical, doblándose en cortos trechos con buzamiento opuesto, que se prolonga al arroyo Albulagarejo, siguiendo el camino de las Erillas. Muéstrase también esa inversión en el cruce del camino de las Pedreras y el arroyo de la Fuente Blanca.

Siguiendo las márgenes del arroyo Las Culebras se ven muy próximos tres afloramientos carbonosos de 0,40 á 0,70 m. de espesor, que no han sido suficientemente reconocidos, tal vez por suponerlos sin valor industrial.

En los puntos de partida de las minas *Ermita* y *Virgen de los Remedios* se abrieron hace tiempo varios pocillos de reconocimiento que pusieron de manifiesto algunas fajas carbonosas ó de borrasco hasta de un metro de espesor; pero atendido el buzamiento general al SO., dado caso de que tales indicaciones se convirtiesen en capas de carbón aprovechables, penetrarian á no mucha profundidad en las minas inmediatas *Trajano*, *Cabeza de Vaca* y otras más convenientemente situadas.

En el cruce del camino de las Erillas y el arroyo Culebras asoma en la *Ermita* otro afloramiento carbonoso, sobre el cual se abrió un pozo poco profundo.

Radica en la misma villa de Belmez el grupo de *Santa Isabel* y *Padre Murillo*, donde la Compañía del ferrocarril del Mediodía, en estos últimos años, desarrolló trabajos importantes. En la mina *Santa Isabel*, al pié y por bajo de las casas de Belmez, se han reconocido las tres capas del subtramo inferior y seis del de *Cabeza de Vaca*. La más inmediata á los conglomerados de la base es la *San Pedro*, reconocida en 160 m. Asoma detrás del ferrocarril de Santa Elisa, á orillas del arroyo de la Virgen, y sus espesores varian entre 1,50 y 4 m., reconocidos hasta los 180 de profundidad. A los 65 m. de la anterior encaja en pizarras la *Santa Elisa*, que en sus 50 primeros metros presenta masas de borrasco muy impuro hasta de 25 m. de grueso con bolas irregulares de carbón, y más por bajo, hasta los 180 m., mide espesores de 15 á 20, con zonas de desigual pureza. A los 45 m. más al SO. se halla la *Aurora*, con 2,50 de potencia media de carbón muy impuro en su parte posterior. Las hullas en estas capas son semi-grasas y coquizables; pero las otras seis del subtramo medio, que comienza á 345 m. de la *Aurora*, son secas. Las cuatro primeras se agrupan en un espacio que varia entre 10 y 15 m., presentándose en lentejones de muy distintos espesores

y con tan diferentes grados de pureza, que así como hay algunos de carbones con menos de 5 por 100 de cenizas, en otros se convierten en borrasco inaprovechable. A 45 m. de estas cuatro sigue la llamada *La Torre*, reconocida con carbón hasta los 210 m. de profundidad, también subdividida en lentejones, algunos de los cuales miden 14 m. A 15 m. más al SO. se descubrió recientemente la nombrada *Cero*, cortada por transversales á los 150 y á los 210 de profundidad, con espesores hasta de 7 m.; pero estrechándose en sitios hasta reducirse á 0,20. Algunos lentejones de esta capa sólo dan de 2 á 6 por 100 de cenizas, y contienen hasta 40 por 100 de materias volátiles, siendo parcialmente coquizables.

Según advirtió Parran, el subtramo de *Cabeza de Vaca* se depositó en la depresión de caliza que existe entre *San Rafael* y *Hernán Cortés*, hasta 500 m. al E. de Belmez y la serie de crestones que empiezan al O. de la Parrilla y continúan hasta más abajo de Espiel. Su anchura media es de 500 m., su potencia de 300 á 400, y se compone de pudingas silíceas con algunos cantos calizos en bancos separados por lechos de pizarras, en las cuales abundan las concreciones de caliza blanca y riñones de siderosa. Unicamente al E. de Belmez, en las minas *Cabeza de Vaca*, *La Torre* y *Santa Rosalia*, las capas inferiores del subtramo tienen importancia industrial, y además de esas concesiones entran en el grupo las nombradas *Paseo*, *Paz*, *Marteleña*, *Absalón* y *Aurora*.

También en este grupo se observan repetidos ejemplos de la tumultuosa y desigual repartición de los elementos petrológicos que forman esta cuenca, según se dibuja en la figura 7 de la lámina 2, que representa una de las trincheras abiertas en la misma *Absalón*, en el ferrocarril de Santa Elisa á la Vega, donde alternan de una manera muy irregular los conglomerados, las pizarras y las areniscas.

Un corte á través de la cuenca, pasando por este grupo, mostraria la siguiente sucesión de los estratos. Por las márgenes del Albardado, en el extremo oriental, limitan al hullero los filadios cambrianos invertidos sobre las cuarcitas silurianas, que asoman discordantes con los conglomerados de la base. Estos alcanzan extraordinario desarrollo en el sitio nombrado Las Pedreras, junto al camino de los Molinos, donde se tienden á 15° SO., encauzando aquel arroyo entre riscos escalonados, y se distinguen en orden ascendente estas variedades: 1.ª, conglomerado brechoide de cantos angulosos; 2.ª, con-

glomerado de cantos medianos y pequeños de cimento rojo; 3.ª, conglomerado de cantos, también desiguales, de cimento gris; 4.ª, pudinga intercalada en la anterior formada de guijo menudo. Siguen á estos conglomerados las areniscas y pizarras, con las capas de carbón que forman el grupo ó la serie del muro, casi todas antracitosas. La primera mide en sitios 3 m. de espesor; siguen á ella dos afloramientos poco potentes, después una faja de 10 á 30 m. de anchura compuesta de pudinga, y después se sobreponen entre arcillas y areniscas las capas de hulla del centro de la cuenca, gradualmente menos secas, siendo tres las principales; pero todas en lentejones

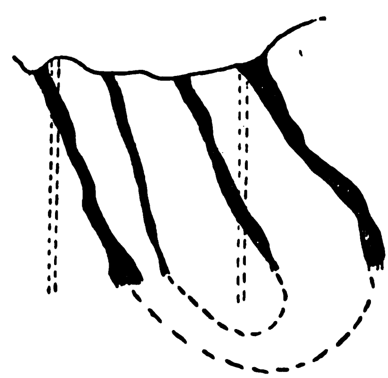


Fig. 4.—Corte de las capas de *Cabeza de Vaca.*

ó *peces*, que en sitios se reducen á pocos centímetros, y á trechos pasan de 5 m. Suceden á la última los lechos de hierro carbonatado litoideo entre arcillas abigarradas, alternantes con capas de arenisca de grano grueso y pudingas de guijo menudo, intercalándose lechos de carbón y de borrasco de escaso interés. A esta serie central sigue la llamada de las capas del techo, numeradas en Belmez por el orden inverso de su sedimentación. La núm. 4 es una serie de depósitos en rosario, alguno de 80 m. de largo por 15 á 20 de grueso, si bien éste se reduce generalmente á 5,50. Yace sobre un banco de pudinga, produce 40 por 100 de borrasco y el resto es carbón bituminoso, de llama larga, que se quiebra en fragmentos angulosos, y rinde un cok poroso, ligero y duro. A 50 m. de la 4.ª se halla la 3.ª, que se

reduce de 0,70 á un metro de potencia, bastante sucia, así como la 2.ª, cuyo espesor medio es de 1,25. La 1.ª, también en rosario como la 4.ª, tiene espesores que varían de 6 á 15 m. de carbón limpio en el techo, seco y duro, mezclado con 20 por 100 de borrasco en el muro, y debe ser repetición de la 4.ª, según se dibuja en la figura 4, así como la 3.ª lo será de la 2.ª A 25 m. de ella existe la *Cero,* que parece poco importante, en Cabeza de Vaca, y se sobrepone á ella una zona de pudinga de 50 m. inmediata á la faja de caliza del castillo de Belmez y de la sierra Palacios. Toda esta serie inclina por término medio 70° SO. La 1.ª, á unos 100 m. más arriba que la 4.ª, es la de la *Torre;* y ambas se hallan menos separadas en *Santa Rosalía,* mina sita al pie de la sierra Palacios, y en la cual los espesores de ambas se reducen á 3 m. y 1,50 respectivamente; quedando representadas las intermedias por delgados lechos de carbón inaprovechables. En el grupo de *Cabeza de Vaca, Trajano, Absalón* y *La Torre,* las explotaciones han sido tan activas en estos treinta años últimos, que se pasó de la profundidad de 235 m. habiéndose agotado la mejor parte de los criaderos.

Las Culebras, de la Compañía Manchega; la *Belmezana* y la *Princesa,* de los Andaluces, y la *Arruzafa,* son cuatro concesiones al E. de Cabeza de Vaca, situadas entre el arroyo Abulagarejo y el Albardado, en el extremo oriental de la cuenca y de condiciones análogas al grupo de las *Ermitas* ya reseñado.

El punto de partida de *Las Culebras* está en un hoyito donde se abrió un pozo de 15 m. de hondo, sobre arcillas negras y vetillas de borrasco á las que no se dió importancia alguna. Hoy está cegado y se encuentra al S. de los peñones de conglomerados y areniscas bastas amarillas de la Fuente Blanca, inclinados 75° al S. 25 O. A N. y S. de dicho punto sobresalen por las Cañadillas cuatro cordones de siderosa concrecionada pardo-rojiza.

Más al E., á cosa de un km. de Belmez por la misma dehesa de la Fuente Blanca, los conglomerados morados de la base se reducen á unos 8 m. de espesor; siguen á ellos otros brechoides de cantos desiguales de filadios y pizarras, y por fin, los grises y amarillentos cuarzosos, ampliamente desarrollados.

Entre el arroyo de la Fuente Blanca y el Albardado se hallan las tituladas *Pedrera* y *Pedrera* 2.ª, y si bien á éstas, como á sus colindantes, cruzan varias capas de carbón, aparecen demasiado dislocadas, con inclinaciones que varían entre 10 y 80° S.SO., correspon-

diendo á la zona llamada del muro, donde abundan en exceso los conglomerados de la base.

En el punto de partida de la *Pedrera* se abrió en 1861 un pozo de 20 m., donde se cortaron vetas de 4 á 10 cm. de espesor entre gredas negruzcas. Más al N. existen las trazas de otro pocito perforado en la primera época de las exploraciones de la cuenca.

El arroyo de la Sierra que nace en el collado de la Minga cruza el remate NO. de la sierra Palacios y acaba en la Vega del Fresno, donde existe la fábrica de briquetas de los Andaluces. Entre ese arroyo y el camino de Belmez á Espiel se hallan las minas *Esperanza* y *Rosalia*, por las que cruzan potentes bancos de conglomerados de cantos muy desiguales é irregulares con fragmentos angulosos de carbón, alternantes con areniscas pizarreñas y lechos de hierro carbonatado. En todas esas rocas se observan numerosos lisos estriados de resbalamiento á través de las capas que se alinean onduladas al O.NO. con varios desarreglos estratigráficos. Al N. del antiguo pozo *San Carlos* las pizarras buzan al NE. con variables inclinaciones; á 10 m. vuelven á su posición normal en una faja de 100 de anchura; más al O. se encorvan, intercalándose entre aquéllas y las areniscas arcillosas un banco de pudinga de 0,70; y 100 m. más al S., al pié de la sierra, inclinan 70° S. 25 O. Entre las arcillas abigarradas se intercalan los lechitos de siderosa litoidea en ambas minas, en las cuales se practicaron hace tiempo diversas labores, siguiendo la prolongación de las capas de Cabeza de Vaca. En el punto de partida de la *Rosalia* hay un pozo de 20 m. que cortó la 1.ª con 10 m. de carbón; y en el extremo SE. de la misma concesión se practicaron otros dos de 40 m. que se unieron por una galería de 60 de largo, y en la cual se atravesaron las cuatro capas: la 1.ª y la 4.ª con 2 m. de carbón cada una, y la 2.ª y 3.ª con sólo indicaciones. A 200 m. más al SE. se halla el último pozo de *Santa Rosalia* en terreno muy dislocado, sin duda por la proximidad ó el contacto de los bancos calizos de la sierra.

La casa Heredia de Málaga abrió en 1866 los primeros pozos de la *Esperanza:* uno de 50 m., del que partió al NO. una galería sobre la capa 1.ª, que se mantuvo con 2 á 3 m. de espesor en otros 50 de longitud, siendo su carbón seco, limpio y con mucho gas. A 150 m. al SE. se perforó el segundo de 30 m., y posteriormente á dicha fecha se profundizó el principal hasta los 66, habiéndose paralizado las labores en estos últimos años.

En el apeadero de la Vega las areniscas con cantos cuarzosos dispersos en su masa y lechos delgados de arcilla inter-estratificada, se retuercen en un anticlinal dobladas las capas en todos sentidos, y contienen muchas impresiones de fucoides y calamites.

Por las vertientes SE. de la sierra Palacios se extienden las concesiones *El Conejo* y *Conejo 2.°*, sobre la derecha del Albardado, que juntamente con las inmediatas *Perdiz* y *Perdiz 2.ª*, fueron incompletamente investigadas por una Compañía inglesa en 1890 y 91. En las cuatro se abrieron hasta diez pozos de diversas profundidades, uno de los más importantes el núm. 9, sito en *El Conejo*, que alcanzó hasta 100 m. y cortó las capas de Cabeza de Vaca; pero tuvieron que pararlo por el gran golpe de agua que lo invadió.

A pesar de las inútiles ó desgraciadas pesquisas hechas por la Compañía inglesa, este grupo tiene que ser, andando el tiempo, de considerable importancia. No hay razones estratigráficas para no suponer en él grandes cantidades de carbón, pues situado en el centro geométrico de la cuenca, encerrando diversos afloramientos en la prolongación oriental de Cabeza de Vaca, y continuando estas mismas por el opuesto rumbo hacia Espiel y La Ballesta, no es aventurado suponer un espesor medio explotable de 4 m. en la longitud de cerca de 2 km.

Los tres pozos principales del *Conejo* traspasaron lechos delgados de caliza de colores claros con braquiópodos, coralarios y otros restos fósiles, incluidos entre areniscas y pizarras arcillo-ferruginosas, en las cuales abundan varias especies de *Neuropteris* de hojas grandes.

Entre la mina *El Conejo* y el Guadiato, en la vega del Tranche, que se extiende sobre la derecha del Albardado, continuación del extenso llano del Pimpollo, apenas se han practicado investigaciones en el terreno hullero infrayacente.

No son enteramente estériles, pero sí de escaso interés, las concesiones situadas entre el Guadiato y la sierra Palacios, á las que cruza el ferrocarril de Córdoba en los km. 67 y 68. En la nombrada *El Extendedor*, á unos 50 m. de la margen derecha de dicho río, se abrió en 1863 un pozo de 18 m. de hondo, á cada lado del cual se siguió por galería una capa de pizarra carbonosa, sin que tales labores fuesen suficientes para apreciar su valor efectivo. A falta de datos favorables hay, en cambio, dos circunstancias opuestas á su ventajoso aprovechamiento. La primera es que por su proximidad al

río las cantidades de agua que penetrarían en sus labores serían extraordinarias, y así se vió en la apertura de dicho pozo. La segunda consiste en que alrededor de la sierra Palacios los bancos del sistema asoman dislocados por violentos pliegues y roturas, lo cual haría, aun en el caso de mucha pureza en las capas de carbón, que éstas se encontrasen desgarradas en todos sentidos, con multiplicadas estrecheces, soluciones de continuidad y difícilmente aprovechables.

TERCERA SECCIÓN.—La parte menos explorada de la cuenca es la comprendida entre el arroyo Albardado y Espiel, en cuyas concesiones se abrieron muchas labores, generalmente pocillos de menos de 20 m. de profundidad, y que por lo someros resultaron completamente inútiles.

Buen Deseo y *Venus* son dos concesiones situadas al E. de *Las Pedreras* cruzadas por el Albardado y por su afluyente de la izquierda el arroyo Baretales, sobre el cual se practicaron algunas investigaciones en 1860. Las labores de *Buen Deseo* se redujeron á un pocillo de 4 m. y una pequeña galería, siguiendo la misma capa de carbón y borrasco mezclados de la *Venus*, donde se abrió un socavón de arrastre de 14 m., teniendo aquélla de 1 á 2 m. de grueso. Las pudingas cuarzosas y las areniscas con cantos y guijo enclavados en la masa que la encajan, sólo inclinan 15° SO.

Al S. de las anteriores, también sobre la izquierda del Albardado, se abrieron en 1878 dos socavones en la *Asturiana*, de la Compañía del Mediodía, siguiendo dos lechos carbonosos de más de 2 m. de grueso distantes 58 m. Son superiores á la capa anterior y encajan entre arcillas carbonosas en que abundan los *Cordaites*, *Sigilarias*, *Stigmarias* y otros restos vegetales, marcándose intermedia una zona trastornada en que los bancos de conglomerados con lechos carbonosos se levantan casi verticales.

Siguiendo el curso del Albardado al SO. de la anterior se cruza la *Manuela*, cuyas labores existieron hace muchos años en el extremo N. de la concesión sobre la opuesta margen del arroyo. La principal fué un pozo de 20 m. sobre una capa carbonosa de 2 m. que asoma en el acantilado semicircular que rodea la vega de García Martín, limitada al N. y S. por dos filas de conglomerados distantes entre sí unos 500 m. El espacio intermedio tiene la serie de gredones abigarrados con las habituales fajitas de siderosa litoidea, un poco desviados al N.NO. y con el buzamiento occidental.

Según se indicó anteriormente, las concesiones *Perdiz* y *Perdiz 2.ª*

son la prolongación de las nombradas *El Conejo* y *Conejo* 2.° La misma capa 4.ª de Cabeza de Vaca se reconoció sobre la izquierda del Albardado en el pozo núm. 3 que radica en la *Perdiz*, encontrándose en sitios con 10 m. de grueso, siguiendo una galería al N. á la profundidad de 40 m. Otra galería que partió del pozo número 4 cruzó otra capa de gredones con vetas de borrasco y remató en una masa de carbón, que sin motivo explicable dejó de explorarse. En *San Carlos Borromeo* se ven los restos de pozos abiertos en 1851 que cortaron iguales conglomerados de cantos menudos, calizas veteadas tabulares y arcillas del *Conejo*.

En los Pilones de la Juliana las areniscas blandas de grano grueso con profusión de *Cordaites*, y las pudingas de guijo menudo, inclinan 55° S. 40 O. por los confines de las concesiones *Culebra* y *Maravilla*. En esta última, al N. del arroyo de los Almendros, paraje nombrado Campiñuela del Bujadillo, se abrieron varios pocitos en afloramientos de borrasco negro con listas de carbón y en una zona de 10 m. de anchura inmediata al borde oriental de la cuenca, apoyada sobre los conglomerados de la base, que por esta parte mide 80 m. de espesor. Se siguió dicha zona en la misma mina por medio de un socavón de 20 m. de largo, á la derecha del arroyo Juliana.

Al pie del cortijo de Danchiego, sobre la izquierda del arroyo de la Juliana, brota entre arenisca de grano fino un manantial de un agua de sabor de tinta demasiado intenso, sin duda por fuertes dosis de sulfatos de hierro y alúmina en ella disueltos.

Por los comienzos del mismo arroyo, en la mina *Soledad*, se descubrieron dos capas de carbón entre los conglomerados de la base que llegan hasta el pié de la casa de Heredia y cerros del Moncayo, en contacto con las cuarcitas silurianas.

Al S. de la *Perdiz*, y tocando su extremo SO. al ferrocarril de Belmez á Córdoba, en el kilómetro 63, se hallan las dos concesiones nombradas *Piedras Calizas*, con numerosas labores de exploración á la derecha del arroyo Juliana, algunas de las cuales cortaron las capas con más de un metro de grueso de carbón puro. Igualmente en el arroyo del Puntal y el de las Zorreras existen otros pocillos de exploración sobre diversos afloramientos, á todas luces insuficientes para dar remota idea del verdadero valor de las concesiones.

En la mina *Margarita* (de la Compañía de los Andaluces) se abrió otro pozo de 12 m. que cortó una capa de carbón entre areniscas, hierro carbonatado litoideo y las pudingas de guijo menudo con im-

presiones de *Stigmaria*. De escaso interés parece ser esta concesión, así como sus colindantes *Protectora* y *Unión*, pues corresponden á una zona pobre en afloramientos, cruzada por el ferrocarril en los kilómetros 64 y 65. La parte comprendida á la derecha del río, en las *Encarnación* y *Santa Catalina*, está casi toda enclavada en el culm ó cubierto en muchas hectáreas por los terrenos de acarreo de la Vega de los Peñones.

Entre el arroyo de la Juliana y el de las Campiñuelas, al SE. de *Piedras Calizas*, existen las concesiones *Saco Perdido* y *Saco Perdido* 2.°, donde se abrió un pozo de 13 m. entre arcillas onduladas con inclinaciones de 35 á 55°, y en las cuales se veían insignificantes lechos carbonosos. Algunas capitas de hierro carbonatado, también interpuestas, están llenas de impresiones de *Cordaites*, abundando más las *Sigilarias* en otros lechos del mismo mineral de la inmediata mina *Renombrada*, donde no se hicieron reconocimientos.

A P. de esta última, siguiendo el arroyo de las Campiñuelas, se cruzan la *Flor* y la *Emperatriz*, en cuyas insignificantes labores se hallaron idénticos estratos. Al SE. de ellas, en el comienzo del vallejo de los Almendros, un pozo elíptico de 20 m. revestido de ladrillo cruzó en la mina *Vapor* una de las capas del muro, entre arcillas con siderosa y el conglomerado de guijo menudo.

Más al S. de las anteriores existen las concesiones de la Compañía Manchega *Peñones*, *Peñones* 2.°, *Las Encinas*, *Las Encinas* 2.ª, *El Carbón*, *El Carbón* 2.ª y la *Media*, que forman un grupo natural cruzado en su extremo de P. por el ferrocarril de Córdoba, entre los kilometros 61 y 62. Junto al arroyo del Cacho se abrieron en los *Peñones* diferentes calicatas entre gredas estériles; en *El Carbón* existen dos pozos cegados que tampoco descubrieron capas importantes, y en la *Media* se excavó una calicata insignificante cerca del límite oriental de la formación. Como ésta no se interrumpe entre Belmez y Espiel, pues prosigue con los mismos conglomerados, areniscas y pizarras arcillosas y los mismos lechos pardo-rojizos interpuestos de hierro carbonatado litoideo, es de suponer que con labores más profundas, cortando normalmente los bancos por galerías transversales, se encontrarían varias capas ventajosamente explotables.

De menor valor que las anteriores deben ser las concesiones inmediatas *Jabalina* y *Fama*, de los Andaluces; *Villanueva* y *Villanueva* 2.ª, de la Manchega; pues radican más al E. en el extremo oriental de la cuenca, contribuyendo también á quitarlas interés la cir-

cunstancia de que en varios trechos, hasta de 200 m. de largo, por ambos lados del barranco de Uceda, las capas carboníferas asoman desgarradas con diferentes cambios de buzamiento y pliegues irregulares.

Por su situación occidental, atendiendo al buzamiento predominante en este sentido, sin duda como lo indicó Parrán, corresponde al subtramo superior, ó de *La Ballesta*, la pequeña fracción de la cuenca que se extiende hasta el culm sobre la derecha del Guadiato, entre el arroyo de las Huertas y el Ruidero, al E. de Villanueva del Rey, y por donde radican, entre otras minas, la *Rosario* y el coto *Riqueza Cordobesa*. El arroyo de las Huertas, al pié de sierra Quemada, cruza sucesivamente de O. á E. las cuarcitas de las cumbres de esa sierra y de los montes de Santarén, las micacitas con pórfidos anfibólicos que hay á su pié en una faja de 100 m. de anchura, y la banda de grauvacas y pizarrillas del culm con lentejones de caliza que se extienden por los llanos de Samaniego.

Más al S., en la dehesa de Dos Hermanas, á un km. del río, cruza un cordón de caliza gris azulada algo silícea con un ancho de 70 metros, dividida en dos fajas inclinadas 50° SO. y prolongadas hasta cerca de la conclusión del arroyo Ruidero. Siguiendo aguas arriba las márgenes de éste, se presenta la siguiente sucesión de rocas: 1.°, fajita irregular hullera con gruesos bancos de conglomerado y bolsadas irregulares de carbón, algunas hasta de 4 m. de grueso, entre pizarras y lechos de hierro carbonatado litoideo, á orillas del Guadiato; 2.°, dique de pórfido; 3.°, cordón de cuarcitas silurianas; 4.°, serie hullera del subtramo superior con dos capas de carbón, aparte de varios lechos de poco grueso, extendida hasta el pié del cerro de la Urraca, donde la limita el culm con intercalaciones de caliza.

Entre 2 y 3 km. á L. de Villanueva del Rey se encuentra la *Rosario*, donde se practicaron diversas labores entre pizarras arcillo-carbonosas y gruesos cordones de pudingas con *Sigilarias* y otros restos vegetales. Las capas de carbón que se descubrieron, correspondientes al subtramo superior, son de escasa potencia, y en todo el sistema se notan diversos cambios de dirección y buzamiento, si bien la inclinación de 70 á 75° al S.SO es más general.

El límite occidental del hullero en esta parte del término de Villanueva del Rey avanza desde la mina *Rosario* al cerro de la Javada, y de allí al pié del de la Urraca, donde se acentúa el buzamiento septentrional de los estratos. Los conglomerados se desgajan en cuatro

cordones ó fajas, son de cantos muy desiguales y de escaso cimento arcilloso, predominando en ellos el guijo menudo, y se sobreponen á un lentejón de caliza de 100 m. de ancho sobrepuesto á unas pizarras cloríticas y micáceas de estrato cristalino.

Entre el monte de la Urraca y el vado de los *Ánades*, por donde se hallan las minas *Patricia*, *Riqueza* y *Santa Eulalia*, las capas hulleras se arquean inclinando en sitios de 70 á 80° al O. y entre ellas se intercalan dos capas de carbón: la 1.ª, entre areniscas bastas amarillas y areniscas gris claras de grano fino, mide en sitios hasta un metro de grueso; la 2.ª, á 30 m. más al S., arma en pizarras carbonosas claras y areniscas, á las que se sobreponen grandes masas de pudingas que en el cerro de la Urraca tienen menos de 200 m. de espesor. Sobre estas pudingas pasa una faja de calizas que sobresale en los peñones del O. del cerro de la Geta, y que debe estar separada por una falla de otra serie de estratos no invertidos que se sobrepone, compuesta de micacitas, de cuarcitas silurianas y de pizarras del culm.

Siguiendo la vía férrea de Belmez á Córdoba, al final del kilómetro 60 se nota una rotura en los estratos, pues mientras que por un lado los lechos arcillosos y de conglomerado fino buzan al SO. con fuertes inclinaciones, por el otro las pudingas de cantos desiguales y las areniscas se tienden suavemente al NE. por el lado de Levante. Este desarreglo se prolonga por el kilómetro 59; y todavía más al S., en el 58, frente á los afloramientos de carbón de la *Riqueza Cordobesa*, se ve claramente que una estrecha fajita del hullero en capas ligeramente inclinadas al NE., *b* (fig. 17 de la lám. 2.ª), por una parte de la concesión *Feliz Encuentro*, yace como enclavada entre otras dos zonas, *a* y *c*, en que las capas inclinan fuertemente al SO. Entre los kilómetros 57 y 55 se acentúan todavía más los desarreglos estratigráficos, pues las capas se hallan rotas por numerosas fallitas parciales, observándose dos afloramientos pequeños de carbón entre las arcillas y areniscas de grano grueso pasando á conglomerado. De mayor importancia que éstos son dos capas de hulla que se investigaron un poco en la mina *Sombra* hace unos diez años.

Continuando el examen detallado de las minas de esta cuenca marchando de NO. á SE., las primeras que se encuentran en el término de Espiel son las nombradas *Carmen*, *Carmen* 2.ª, *San Agustín*, *San Antonio* 2.°, *Pensamiento*, *Feliz Encuentro* 2.ª, *El Valle*, *El Valle* 2.°, *El Trago*, *El Trago* 2.°, *Pensamiento* 2.° y *Juana*, grupo situado

hacia el borde oriental de la cuenca, entre el cerro porfídico del Ladrillo y el de cuarcitas silurianas del Molino. De igual modo que en los otros inmediatos, fueron excesivamente someras, del todo insuficientes y por demás aventuradas, las labores de investigación que en esas minas se hicieron. En la *Carmen* se abrieron hace tiempo dos pocillos de 8 á 10 m. que cortaron una capa de hulla de 50 cm.; otras pequeñas labores de *El Valle* tampoco arrojaron más luz sobre su valor efectivo.

Un corte á través de la cuenca por este extremo septentrional del término de Espiel, nos daría la siguiente sucesión de estratos á lo largo del arroyo de las Cañas ó de su inmediato de la Herradura:

1—Cuarcitas silurianas del punto de partida de la *Carmen*.

2—Arenisca amarillenta muy dura y de grano grueso en sustitución de los conglomerados de la base, á los que reemplaza en un largo trayecto, con una capita de carbón inaprovechable.

3—Arenisca de color heces de vino con arcillas carbonosas, y la 2.ª capa de carbón excesivamente seco.

4—Islotillo de pórfido del cerro del Ladrillo.

5—Conglomerado de guijo menudo y arenisca dura de grano grueso, con fajitas interpuestas de las arcillas abigarradas y siderosa que se extienden hacia el centro de la cuenca.

6—Conglomerado cuarzoso con grandes peñones salientes en las caídas del cerro del Ladrillo hacia el arroyo.

7—Pudingas mezcladas con los otros elementos del hullero, y entre éstos las arcillas carbonosas que motivaron el pocillo de la mina *San Agustín*, á 250 m. al E. de la vía férrea.

En los kilómetros 58 y 59 de esta última las areniscas y pudingas alternantes se retuercen y desgarran en todos sentidos, alineadas al E. 10° N., con fuertes inclinaciones septentrionales. El mojón 57 se halla en la alcantarilla del vallejo que corre á L. del cerro del Ladrillo, y por ese lado se intercalan los bancos de caliza arcillosa fosilífera inmediatos al techo de la cuenca entre pizarras lustrosas, sefitas, areniscas pizarreñas y dichas pudingas inclinadas 75° SO.

Mucho más importante y mejor situado es el grupo que sigue al anterior, abarcando una extensión de cerca de 250 hectáreas, pues en una longitud de 5000 m. se miden sobre el hullero anchuras comprendidas entre 250 y 750 m. Está formado de las concesiones de la Sociedad Manchega, nombradas *Feliz Encuentro*, *Los Potros*, *El Barbero*, *El Barbero 2.º*, *El Chasco*, *El Chasco 2.º*, *La Posada*,

La Posada 2.ª, *Hermanas de la Caridad*, *Hermanas de la Caridad 2.ª*, *El Rio* y *El Rio 2.º* En la primera y en *El Chasco*, que tienen dos pequeñas fracciones sobre la derecha del Guadiato, el ferrocarril de Córdoba cruza el grupo en todo el kilómetro 58. Hacia 1865 un pozo de 12 m. cortó en *Feliz Encuentro* una masa de borrasco que no se continuó investigando debidamente; tampoco pasaron de 6 á 10 m. otros dos pocillos abiertos á la ventura y sin concierto en *El Chasco* y *El Potro;* pero mejores señales se notaron en labor parecida practicada en *El Barbero*, mina situada en dicha zona central en que todos los elementos del hullero alternan repetidas veces.

A unos 100 m. á la derecha del arroyo del Valle se perforaron dos pozos en la mina *Los Arboles:* uno de 20 m. de hondo con una pequeña galería, otro de 40 con otras dos galerías, siguiendo dos capas, la 1.ª con un metro de borrasco, la 2.ª de 0,65 á 0,70 de grueso, de carbón puro y limpio, del cual todavía se ven señales en las escombreras. Sobre otra capa de 0,50 que aflora en las márgenes de dicho arroyo se practicó un socavón de sólo 8 m. de largo, cuyas exiguas dimensiones demuestran la falta de plan bien meditado que hubo antiguamente para investigar las capas de hulla.

A 40 m. de la margen izquierda del arroyo del Valle se abrió antiguamente en la mina *Posada* un pozo de 15 m., hallándose en ese lado muy dislocadas las capas por la influencia de los islotillos y cuñas de pórfido feldespático que allí asoman.

Carece de importancia la mina *Violeta*, situada más al E. de las anteriores, en el borde oriental de la cuenca, y donde las arcillas abigarradas se desgarran con buzamientos opuestos, en algunos trechos casi horizontales. Un pozo de 15 m. abierto en aquélla sólo encontró borrasco con siderosa y conglomerado de guijo menudo.

Aunque con sólo 2 m. de espesor, reaparecen los conglomerados de la base en el arroyo del Valle por el estrecho de la Cruz de la Rambla, donde concluye la pintoresca hoya del Higuerón, y por este lado la sucesión de los estratos es la siguiente:

1—Pizarras y filadios cambrianos desgarrados en todos sentidos en la hoya del Higuerón.

2—Cuarcitas tabulares y pizarras silíceas silurianas que se alzan sobre ésta por los cerros inmediatos de la Serrana, los Maderos, el Molino y Peña Crispina.

3—Fajita de 2 m. de conglomerado de guijo cuarzoso menudo,

tránsito de las areniscas de grano grueso á los conglomerados en que está edificado Espiel.

4 — Serie del hullero con todos los elementos abigarrados, incluyéndose las dos capas de carbón de la mina *Posadas*, intercalándose varios islotillos y cuñas de pórfido ferruginoso. Esas capas afloran entre 50 y 80 m. de las cuarcitas, y las arcillas carbonosas, entre las cuales encajan, son notables por la profusión de frutos fósiles, como granos de mijo, asociados á *Cordaites* y *Sigilarias*.

Siguiendo aguas abajo por el arroyo del Valle, las areniscas bastas y los conglomerados de guijo menudo del centro de la cuenca se doblan en un anticlinal correspondiente á los desarreglos inmediatos al cerro del Ladrillo antes mencionados, y en largos trechos sólo inclinan de 20 á 25° SO.

A P. de *Los Arboles*, por el Haza del Torbiscón, dicho arroyo cruza la faja de caliza arcillosa con crinoides, reducida á un banco de medio metro, inclinada 70° SO., junto á las areniscas califeras inmediatas á los cordones de conglomerados repetidas veces alternantes con arcillas. Esas calizas se encuentran más al S. en los cerros de Jaraba y de la Caridad, uniéndose á las compactas otras tabulares parduzcas muy arcillosas.

Cerca del cortijo de Jaraba, los primeros registradores que hacia 1850 exploraron el terreno, abrieron en la concesión *El Rio* otro pozo que pasó de 30 m.; pero de cuyos resultados no se conserva recuerdo en el país.

La *Hermana de la Caridad* y el *Gran Proyecto* tienen dos pozos que sólo distan 15 m. entre sí, junto al punto de partida de la 1.ª, siguiendo dos capas separadas por 10 m. de pizarras y areniscas abigarradas, entre bancos salientes de pudingas. A 60 m. más al SE. existen en el *Gran Proyecto* las señales de otras dos labores; y á lo largo del arroyo de los Maderos, que cruza esas dos concesiones, se nota una discordancia estratigráfica producida por las ondulaciones de las rocas silurianas, cuyos bancos inclinan al NE., buzando en sentido contrario los conglomerados brechoides de la base del hullero. Estos se hallan muy tendidos á 150 m. al E. del camino alto de Belmez, adquiriendo notable anchura hasta la huerta de Vela, por bajo de la cual se abren muy levantadas, con buzamientos opuestos, las areniscas feldespáticas, las pudingas de guijarrillos pequeños y las arcillas abigarradas y carbonosas de las antiguas labores del *Gran*

Proyecto y de la *Hermana de la Caridad*, retorcidas las capas al N.NO. en sus confines con la *Confianza*.

Un sinclinal se observa en ellas cerca del cortijo de la Escribana, apareciendo las calizas arcillosas interpuestas.

Saliendo de Espiel por el camino de Villanueva del Rey, pasados los 200 primeros metros de los conglomerados de la base de cantos desiguales con ligeras intercalaciones arcillosas, se presenta la 1.ª capa de la mina *Luz*, á 40 m. de la cual siguen la 2.ª y 3.ª en la *Confianza*, é inmediatamente los estratos se levantan de los 20 á los 70°, ocupando los 200 m. siguientes el hullero abigarrado, que termina en la faja de caliza impura, ya silícea, ya con guijarrillos cuarzosos. Junto á ésta se presentan dos capas de hulla del techo sumamente dislocadas, frente al seno con que se revuelve el Guadiato. A 80 m. más á P. de aquél existe la escombrera de otro pozo practicado hace tiempo sobre otra capa de carbón inmediata á la faja de caliza más occidental que asoma en un promontorio de 20 m. de largo por 6 de ancho, á 30 m. al SO. del paso de nivel de la vía férrea y de dicho camino de Villanueva del Rey.

Entre ese paso y la estación de Espiel queda cortado el hullero medio, reemplazándole el inferior ó culm con sus grauvacas micáferas tabulares y sus pizarrillas negro-azuladas, cien veces alternante, en lechos delgados inclinados de 50 á 80° S.SO., esto es, abiertos en forma de abanico hasta chocar ó cortarse contra las calizas de la sierra del Castillo, acompañadas de otras negruzcas y veteadas.

En el extremo NO. de la sierra el hullero forma un cabo saliente, y en él se halla una capa de carbón muy dislocada que se investigó infructuosamente á 100 m. SO. de la huerta del Caño.

Dos capas de carbón espaciadas 8 m. se investigaron en la mina *Confianza:* la del techo, de 2 m. de grueso, se exploró poco, á causa de estar muy mezclado con borrasco; la del muro, de 3 á 5 m. de espesor, se cortó á los 60 m. del pozo maestro que está en lo alto del Lomero, y á partir del cual se siguieron dos galerías, una de 93 m. y otra de 64. La hulla es de buena calidad; produce mucho gas y merece ser nuevamente explotada.

La capa principal de la *Confianza* se prolonga más al S. por la *Luz*, á corta distancia á P. de Belmez, y en esa mina tiene 4 m. de espesor, está muy tendida, y su carbón es duro de llama larga. Hace unos veinte años se efectuaron en esa mina importantes labores subterráneas y á cielo abierto, y entre aquéllas merece citarse el pozo *San*

Francisco, de 100 m. de profundidad, que á los 60 cortó á aquélla, sobre la cual se siguieron dos galerías.

Un corte á través de la cuenca entre Espiel y el Guadiato, pasando por la sierra del Castillo, mostraría la disposición siguiente de los estratos, según se indica en la fig. 16 de la lám. 2.ª:

1—Cuarcitas y pizarras silíceas muy dislocadas en su contacto con el hullero que se observan en la misma villa de Espiel.

2—Conglomerados de la base del hullero.

3—Pizarras arcillosas y carbonosas, y areniscas con capas de carbón muy dislocadas y con frecuentes cambios de buzamiento.

4—Caliza carbonífera con buzamiento septentrional que descuella en las cumbres de la sierra.

5—Asomo de pórfido anfibólico descompuesto rodeado de una faja de micacita de pocos metros.

6—Pizarrilla arcillosa verde-negruzca del culm, cien veces alternante con lechos de grauvaca micáfera tabular, inclinados 30° SO. y cruzados por el río.

7—Micacitas inclinadas 50° SO. y alineadas en dirección á Villanueva del Rey, con la intercalación de un islote porfídico.

Cuarta sección.—Entre Espiel y la Cruz de la Ballesta, cerca de Villabarta, la cuenca va estrechando rápidamente, disminuyendo también el número de los afloramientos de carbón, tanto porque varias capas se extinguen, cuanto porque el número de sus pliegues va siendo menor. Las grandes masas de caliza de las sierras del Castillo de Espiel y de la Estrella, de Nava Obejo y cerro del Cabello, descuellan, en cambio, más ensanchadas y altas que los otros montes de igual composición del resto de la cuenca.

Siguiendo la vía férrea desde la estación de Espiel hacia la Alhondiguilla, se extienden las pizarrillas hulleras muy impregnadas de óxidos de hierro en los kilómetros 52 y 51, hasta su contacto al pié de la sierra con el manchoncito de micacitas y pórfidos descompuestos que enteramente las rasgaron, y á partir de ese punto queda todo el hullero medio á L. de la línea de Córdoba.

En las vertientes orientales de la sierra de Espiel, la cañada de Mansegoso, que mide 240 m. de anchura, se abre por su mitad inferior en una faja de pudingas blancas y arcillas negruzcas que comprenden vetillas de carbón de 2 á 30 cm. de grueso.

Al S. de los cerros calizos de los Otriles se levantan los erizados peñones de los Porqueros, cuyas crestas de areniscas muy duras in-

clinan 80° SO., y sobresalen á modo de paredones de 2 á 6 m. de altura. Esta fila de crestas salientes se alinea en la prolongación al SE. de las cumbres del cerro del Ladrillo y de la sierra Palacios, y nótase en ella otra prueba del modo irregular y tumultuoso con que fueron formados los depósitos hulleros de esta cuenca, pues en una misma capa la arenisca fina se hace de grano cada vez más grueso, hasta pasar á un conglomerado de guijo menudo. El cordón saliente que ellas hacen termina en el redondo cerro de las Eras Altas, á cuyo pié parece ocultarse ó extinguirse entre las areniscas la faja de caliza de los Otriles.

En la collada de Nava-Obejo la zona que comprende las capas de carbón se reduce á 300 m. de anchura, pues por el lado de P. adquieren gran desarrollo las masas de carbón y por el opuesto los conglomerados. En esta parte no son menores que en el resto de la cuenca las alternaciones estratigráficas, según se nota por ambos lados de la carretera de la Ballesta, ajustada varios kilómetros á su eje longitudinal. Por el arroyo de las Robadizas se retuercen las capas entre el O. 40° N. y el N. 30° O. con diversas pendientes meridionales; en el de la Hortezuela se tienden á los 35° O.SO. los conglomerados que enteramente le encauzan, y más al S., las arcillas carbonosas y samitas que sobre ellos se apoyan vuelven á levantarse con fuertes inclinaciones desde el arroyo del Acebuche hasta el kilómetro 43 de dicha carretera, donde se desgarran en todos sentidos y de nuevo se tienden por largos trechos.

Las capas de las minas *Luz* y *San Antonio* se prolongan por el grupo de las *Herradura*, *Herradura* 2.ª, *Juana* y *Juana* 2.ª, esta última casi toda enclavada en los conglomerados de la base, y, por tanto, inútil. En la primera se abrieron dos pocillos de investigación demasiado someros; y por las solanas del Despeñadero, junto al arroyo de las Robadizas, que desciende de Nava-Obejo, afloran cinco capas en corto trecho, dos de las cuales se exploraron en la mina *San Antonio*.

Más al SE. sigue al grupo anterior otro más extenso, pero muy poco explorado, donde se hallan las concesiones *El Puerto, El Puerto* 2.°, *La Camila, Camila* 2.ª, *Chuco Pérez, Chuco Pérez* 2.°, *Los Porros, Los Porros* 2.° y *El Puntal* 2.° Por el borde oriental de la cuenca, una parte de las dos primeras y de *Los Porros* es enteramente estéril por hallarse en los conglomerados de la base sin capa alguna de carbón; y del lado opuesto, en una fracción de *La Camila* 2.ª

y *El Puntal* 2.° penetran las calizas de la sierra de Nava Obejo, igualmente estériles.

A la izquierda del arroyo del Acebuche, á unos 600 m. al E. de la carretera de la Ballesta, se empezó á explorar un lecho carbonoso encajado entre arcillas por un pozo de 20 m. que abrió una Compañía inglesa hace unos cincuenta años, no quedando hoy apenas señales de sus escombreras, como tampoco se ven muestras de algún interés en los sitios donde se practicaron dos insignificantes pocillos cerca del cerro de los Torreros y del cortijo de Nava-Obejo. A pesar de la escasez de afloramientos de este grupo y del anterior, como están situados entre las minas *Luz*, *Confianza*, *San Antonio* y otras inmediatas á Espiel, ricas en carbón, y las no menos importantes de la Ballesta, no debe, en su conjunto, estimarse en menos de 2 m., término medio, de espesor en hulla, en una longitud de 5 km. con un término medio de 100 m. de profundidad. Relativamente á la mitad septentrional de la cuenca, esta parte es evidentemente más pobre; pero de ningún modo debe juzgarse inaprovechable.

Bajo los peñones calizos de Nava-Obejo, y como si entre ellos se incrustasen las pizarras hulleras, marcan un cabo saliente inclinadas 65° SO., incluyéndose algunos lechos carbonosos; el principal de los cuales, de un metro de espesor, se trató de cortar con una transversal de la mina *Estrella*. A 20 m. más á P. de esa labor se abrió una calicata, donde la misma capa se ramifica en tres vetas sin importancia.

Desde el cerro de los Terreros, á 600 m. al S. del citado cortijo de Nava-Obejo, se deriva de las grandes masas calizas una faja que cruza á los Majadales de Loreto, al O. del mojón 44 de la carretera de la Ballesta, á lo largo de la cual hasta el kilómetro 42 se ve claramente que las capas se rasgaron por varios sitios, los conglomerados se contornean y las pizarras con siderosa litoidea se revuelven al NO. casi verticales, acabando en arco al final de ese trayecto.

En el comienzo del kilómetro 43 existen los restos de numerosas labores de la *Rosalía*, cercada á 60 m. al E. de la carretera por un un cordón de conglomerado alineado al NO.

Los citados desarreglos estratigráficos deben estar relacionados con los islotes hipogénicos inmediatos del arroyo de Juana la Mala.

Sigue á las anteriores minas otro grupo donde radican las *Evelina*, *Evelina* 2.ª y *San Rafael*, cuyo tercio oriental es enteramente estéril por caer en las cuarcitas silurianas y pizarras cambrianas; pero,

en cambio, su tercio occidental penetra hacia el eje de la cuenca, debiendo admitirse que en 500 m. de longitud con 100 de profundidad hay por lo menos 8 m. de espesor de carbón. A lo largo del arroyo de Majada Honda, que cruza normalmente las capas de la Ballesta, se cuentan los ocho afloramientos siguientes: 1.°, de 0,50 á 0,70 de grueso, á 46 m. al SO. de los conglomerados de la base, que á partir del collado de Nava Obejo van disminuyendo rápidamente de anchura y de espesor; 2.°, á 16 m. del anterior con 1,50 de potencia; 3.°, á 100 m. del 2.°, en lentejones de 3 á 4 m.; 4.°, á 34 del 3.°, con gruesos de 4 á 6; 5.°, á 84 del anterior, reducido á 0,30; 6.°, á 24 del 5.°, subdividido en tres lechos que suman hasta 3 m.; 7.°, á 60 m. del 6.°, con 5 m. de caja y 3 de carbón en algunos sitios; y el 8.°, á 82 del 7.°, con 2 m. de espesor, junto á la unión de dicho arroyo y el de los Puerros. Suma la zona de estos afloramientos un ancho de 400 m.; pero como se observan tres cambios de buzamiento, probablemente corresponden sólo á tres capas efectivas, cuyo espesor medio total no bajará de 8 m. Mas si se repara el tendido de los estratos, únicamente debe contarse con 100 m. como profundidad media explotable, pasada la cual las pizarras y cuarcitas silurianas por un lado, las calizas carboníferas por otro, estrechan y dan fin al terreno hullero.

Entre la sierra de Navafría y la carretera de la Ballesta los conglomerados de la base, en contacto directo con el cambriano, se reducen rápidamente de anchura y van desapareciendo hasta extinguirse entre las minas *Trapisonda* y *La Cruz*, donde la latitud de la cuenca apenas pasa de 500 m.

En la mina *San Rafael* se explotaron en parte las dos capas del muro, midiendo la principal 2 m. de grueso por término medio, pues en algunas secciones llegó hasta 7, y también fué cortada en la *Evelina* por un pozo de 20 m. hace tiempo arruinado.

Respecto á la calidad de carbón de estos grupos de la Ballesta, debo decir que las hullas de la capa inferior de la mina *Trapisonda* son semi-grasas y daban buen cok, al paso que la capa principal de la *San Rafael* rendía un carbón seco, aunque limpio.

La prolongada mancha de caliza de la sierra de Nava Obejo divide la cuenca en dos ramas entre la Alhondiguilla y Villaharta. La rama oriental, más importante que la otra, se prolonga por la Ballesta en las minas *Cruz*, *Descuidada*, *Trapisonda*, *Elvira*, *Capitana* 2.ª, *San Rafael* 2.° y las *Odaliscas*. La occidental comprende parte de las *Ame-*

lia, *New Castle* y *Condesa*, mucho más próximas á la vía férrea.

En la *Trapisonda* la Sociedad Iberia explotó durante treinta años importantes cantidades de carbón, y entre sus principales labores existieron el pozo maestro, á partir del cual arrancaba una galería que cortó lentejones hasta de 6 m. de grueso; el pozo de las *Tablas*, de 43 de hondo, y el de *San José*, de 35. Estos dos atravesaron, además de la anterior, otra capa de 3 m. que más al S., en la mina *Capitana*, media 2,50, según cruzó otro pozo de 52 m. Algunas galerías avanzaron hasta 250 m. de largo; pero á pesar de la explotación que hubo relativamente activa, se sabe de cierto que los grupos de la Ballesta distan mucho de estar agotados.

Las capas hulleras se tuercen al N. 8° O., inclinando 75° O. en los confines de la *Trapisonda* y la *Salvadora*, contándose en ésta cinco de los ocho afloramientos mencionados, los dos últimos á P. de la alcantarilla del arroyo de los Puerros.

Más al S. cruza la carretera de Espiel á Córdoba otras tres minas: *La Solana*, *La Cruz* y *La Cruz* 2.ª El tercio oriental de la primera, donde se ven restos insignificantes de labores antiguas, carece de carbón, pues se comprende en los conglomerados de la base y en las cuarcitas y pizarras más antiguas que limitan la cuenca. La mitad meridional de *La Cruz* es también inútil, por ocuparla la faja caliza del cerro del Cabello; pero en el resto de las tres concesiones penetran las capas de *San Rafael* que se descubren en el arroyo de la Majada Honda anteriormente reseñadas.

Al S. de *La Cruz*, sobre la izquierda del arroyo de los Puerros, entre el cerro del Cabello y la estación de la Alhondiguilla, existe una concesión muy extensa, la llamada *New Castle*, donde en 1876 se efectuaron diversos trabajos de investigación sobre capas de hulla demasiado deleznable. Más de la mitad de la concesión se halla en terreno del todo estéril, pues en su mitad septentrional se extienden ampliamente los bancos de caliza de dicho cerro, y su tercio meridional está ocupado por el culm. El pozo maestro de esa mina llegó á 60 m. de profundidad, donde reunidas en una sola las diversas vetas carbonosas de su boca, pasaba de un metro de espesor encajada entre pudingas en el muro y areniscas con arcillas en el techo. A 150 m. más al S. de ella hay otra capa de hulla todavía menos importante; y por esta parte la rama occidental de la cuenca se reduce á una banda de 200 m. de anchura. Siguiendo el arroyo Ronquillo, á 15 m. de aquélla se ve otro afloramiento carbonoso bajo bancos de

pudinga que suman 15 m., prolongados á la umbría inmediata en el arroyo de Peñas Blancas, donde están en contacto discordante con el culm.

Entre la Ballesta y los baños de Santa Elisa de Villaharta predominan las areniscas duras y las pizarrillas deleznables hasta el kilómetro 40 de la carretera del primer punto á Villaharta, al pié del cerro del Cabello. Por allí los estratos se alínean según un anticlinal, en cuyo vértice asoma el islotillo de diabasa que desgarró y limitó el sistema con la aparición de otras formaciones anteriores, sucediéndose los estratos del modo siguiente:

1—Anfibolitas pizarreñas.
2—Micacitas blandas.
3—Filadios cambrianos.
4—Cuarcitas silurianas.
5—Caliza carbonífera fosilífera.
6—Conglomerado hullero deleznable de cantos desiguales, denudados en 30 m. de espesor por el barranco Ronquillo.
7—Serie hullera de la Ballesta.

A 360 m. al S. 22° de la casa de peones camineros del kilómetro 40 de la carretera de Espiel á Córdoba, se halla el punto de partida de la mina *San Francisco*, donde la capa 3.ª ha sido explorada con espesores que varían de 0,30 á 4 m., generalmente muy mezclada la hulla con borrasco, teniendo en el techo una pizarra verdosa algo clorítica, parecida á la cambriana, pero que sin duda tiene tal apariencia por la proximidad del islote hipogénico inmediato.

Según se indica en la fig. 18 de la lám. 2.ª, entre el Guadiato y Villaharta, el hullero se divide en dos ramas separadas por un cordón de caliza, prolongación al SE. de la mancha del cerro del Cabello. La rama occidental está limitada por el culm, al que se sobreponen invertidas las cuarcitas y pizarras silurianas en contacto de un dique porfídico; y la rama oriental está cortada por un banco de cuarcita que la separa del estrato cristalino.

La rama oriental con que termina bifurcado el sistema en el término de Villaharta, se muestra por las Todas y las solanas del Sacristán con gruesos bancos de conglomerado, que con las areniscas se extienden entre la fuente de la Lastra y 500 m. al S. de dicho pueblo. En la cañada del Moralejo, entre el cerro del Peñón y los Morros, se retuercen al E.NE. con 50° de inclinación septentrional; y junto á la Fuente Agria se desgarran y pliegan de mil modos hasta

su contacto con el estrato-cristalino que le interrumpe en el kilómetro 27 de la carretera de Córdoba, al pié del castillo del Vacar, donde terminan con las pizarrillas obscuras del culm. La trocha que llaman de Doña Elisa á Don Elías coincide próximamente con la separación del estrato-cristalino y del hullero.

La vía férrea de Belmez á Córdoba cruza cerca del límite occidental del hullero, entre la estación de la Alhondiguilla y la del Vacar. Desde el kilómetro 44 al 43 continúan las pizarras del culm; en el 41 tuerce al NE. el buzamiento de los estratos, que se hace casi exclusivo hasta el 39, donde se restablece el opuesto, mantenido en los 38 y 37, si bien las pizarras están rizadas en todos sentidos, intercalándose, aunque escasas, algunas areniscas muy arcillosas; y de 100 á 300 m. más al E. asoman los conglomerados inferiores que se desgarran en los kilómetros 36 y 35, dejando paso á las talquitas verdosas arrugadas del estrato-cristalino. A 200 m. antes del kilómetro 33 se vuelven á cortar los conglomerados de la base con intercalaciones de pizarras silíceo-arcillosas, que se confunden con las del culm hasta el Vacar.

III

DATOS INDUSTRIALES

Entre los datos industriales relativos á esta cuenca examinaré previamente los antecedentes históricos, la calidad de los carbones, los sistemas de labores que se siguen en las minas principales, los cuadros de producción y de los gastos de explotación, terminando con algunas consideraciones relativas al mejor aprovechamiento de las minas que yacen todavía abandonadas.

Antecedentes históricos.—Insignificantes fueron las cantidades de carbón que los herreros del país arrancaban en esta cuenca á fines del siglo pasado, hasta que en 1790 comenzó una explotación de algún interés con destino á la caldera de la máquina de vapor que en Almadén se instaló en el pozo maestro de *San Teodoro*. Nueve años después cesó su arranque, pues á causa de la imperfección de los medios de transporte, no bajaba de 76 pesetas el precio de la tonelada de hulla puesta en dicho punto.

Uno de los sitios en que más se trabajó fué en los afloramientos de Espiel, donde después se registró la mina *Luz* y donde las gentes del país arrancaban libremente cuanto carbón querían, hasta el año 1843, en que un vecino de Écija, D. Manuel Rodríguez de Cabeza de Vaca, hizo unos cuantos registros por la cuenca. En la misma época la Compañía de los Santos, fundada para beneficiar los criaderos metalíferos del país, denunció dos minas de carbón con objeto de surtirse del que necesitase para sus hornos, y por entonces se abrieron las primeras labores en la mina *El Terrible*, así llamada por el nombre de un perro, que, escarbando el terreno en busca de una pieza de caza, descubrió una gran mancha de hulla.

En 1847 la *Sociedad Unión ferro-carbonífera* tuvo el proyecto de aplicar los carbones de esta cuenca al beneficio del hierro en altos hornos; pero al año siguiente suspendió sus trabajos de exploración, volviendo á desaparecer la animación que por poco tiempo se había inaugurado en el valle del Guadiato.

En 1851 se empezó á trabajar en la mina *Santa Elisa* por cuenta del Conde de Torres Cabrera, quien traspasó sus derechos á la casa Larios, Loring y Heredia, de Málaga; en 1860 se formó la Sociedad

Fusión carbonífera y metalúrgica de Belmez y Espiel, y cinco años después se constituyó en París la *Houillère et Metalurgique de Belmez*, que reemplazó á la de los *Santos* é imprimió grande impulso á los trabajos aumentando mucho la producción.

A principios de 1868 terminó la construcción del ferrocarril de Belmez á Almorchón; mas por desgracia, tan fausto suceso coincidió con la explosión de gas ocurrida en *Santa Elisa* el 1.° de Abril del mismo año, con cuyo motivo quedaron en suspenso los trabajos de esta mina hasta 1871. En este año la *Hullera y Metalúrgica de Belmez* montó la fábrica de aglomerados, utilizando las inmensas cantidades de menudo que tenía acumuladas junto á las bocas minas; y en el año siguiente la *Fusión* montó otra fábrica análoga en Cabeza de Vaca, contribuyendo mucho al aumento de producción de ambas Sociedades la apertura del ferrocarril de Belmez á Córdoba en Septiembre de 1873.

En 1877 el Sindicato de los Sres. Loring, Larios y Heredia se hizo dueño de las minas de la *Fusión*, que pasaron á poder de los ferrocarriles Andaluces cinco años después, agregando á las minas *Santa Elisa* y al grupo de Cabeza de Vaca, por las que pagó 4.000000 de pesetas, las minas *Ana* y *Pequeña* con 20 hectáreas que costaron 325000 francos.

Se fundó la *Sociedad Hullera y Metalúrgica de Peñarroya* en 1881, inaugurando la gran fábrica de fundición de plomo; y doce años después se fusionó con la de Belmez, aumentando su capital desde 5 á 10.000000 de francos.

En el mismo año 1881 empezó la explotación del grupo de *Santa Isabel*, de Belmez, que aumentó su producción en los años sucesivos, pasando en 1894 á poder de la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante, la cual emprendió activas labores hasta 1898 en que se suspendieron. Por el mismo tiempo, es decir, de cinco años á la fecha, se desarrollaron también los trabajos é instalaciones del *Porvenir de la Industria* en el extremo septentrional de la cuenca, que en 1899 pasó á manos del Banco de Castilla.

En 6 de Junio de 1887 los Sres. Romá, O'Shea y Rubaudonadeu adquirieron de la Sociedad Manchega, Bética y Vizcaína el grupo de las ocho minas del *Gitanó*, con una extensión de 198 hectáreas, que pasaron en 1900 á poder de la Minera y Metalúrgica de Peñarroya, la cual compró poco después por 12.000000 de francos todas las concesiones de la Compañía de los ferrocarriles Andaluces, con cuyas

acertadas adquisiciones ha llegado á ser la principal propietaria de la cuenca.

En 1900 la propiedad minera de la cuenca se halló dividida entre las Sociedades siguientes:

1.ª Sociedad Manchega, Bética y Vizcaína, domiciliada en Sevilla, y cuyas minas están señaladas en el plano con la letra *A*.

2.ª Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya, establecida en París, cuyas minas están marcadas en el plano con la letra *B*.

3.ª Compañía de ferrocarriles Andaluces, cuyas minas se indican con la letra *C*, y cuyas concesiones pasaron á poder de la anterior.

4.ª Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante.

5.ª Grupo de *El Porvenir de la Industria*, adquirido por el Banco de Castilla.

6.ª Sociedad Iberia.

7.ª Varios propietarios.

Calidad de los carbones.—Esta cuenca presenta hullas de todas clases, desde las más grasas y bituminosas que predominan en su centro entre Belmez y Peñarroya, hasta las más secas y antracitosas, según se deduce de las cifras de composición que más adelante se marcan. Al NO. de Peñarroya, desde el arroyo de la Parrilla á Fuente Obejuna, son secas, antracitosas y arden con dificultad; en *El Terrible* y *Santa Elisa* suelen ser de pocas cenizas, grasas, á propósito para fraguas, fabricación de gas y de coke; las semi-grasas de llama larga abundan entre Belmez y Espiel, y en este término se hacen más secas y se aglomeran difícilmente al aire libre. En especial, las de *Santa Elisa* son negras, brillantes, compactas, de textura laminar, con algo de pirita; producen gran cantidad de grueso, de combustión un poco lenta, arden con llama brillante, se aglutinan, dan coke resistente y cenizas rojas arcilloso-calizas. Las de Cabeza de Vaca son de combustión viva, con llama larga buena para reverberos, y producen gran cantidad de vapores bituminosos, coke ligero, cavernoso, bastante tenaz y cenizas blanquecinas, siendo de combustión más rápida las de las capas 3 y 4, que se aglomeran más y rinden coke más fuerte.

La dureza de los carbones varía mucho, pues existen desde los más terrizos y deleznables hasta los más duros. Capas hay formadas de tres lechos, uno de hulla dura en el medio y los otros dos blandos; y en las de mayores espesores se suelen hallar nódulos que por su te-

nacidad merecen el nombre de *acerados*, entre otros que se deshacen con más del 70 por 100 de menudo.

La composición de diferentes muestras es la siguiente:

MINAS	Carbono fijo.	Materias volátiles.	Cenizas.
Terrible	65,00	30,00	5,00
Segunda Terrible	75,00	13,00	12,00
Santa Elisa	65,85	31,98	3,47
Cabeza de Vaca 1.ª	51,80	41,40	6,80
— 2.ª	50,60	43,20	6,20
— 3.ª	48,40	40,60	9,00
— 4.ª	55,40	42,00	2,60
Porvenir de la Industria	78,85	15,65	5,50
Confianza (Espiel)	57,20	38,80	4,00
Luz y Llama (idem)	62,95	33,55	3,40
San Rafael	56,60	39,60	3,80
Trapisonda	65,16	28,20	3,08

Comparadas las potencias luminosas y la producción de coke de los carbones de Belmez con los de Barruelo y Puertollano, se obtuvieron, según el Sr. Brard, los siguientes resultados:

	Santa Elisa.	Barruelo.	Puertollano.
Metros cúbicos de gas por 100 kilogramos	32,00	28,94	30,78
Potencia luminosa	179,60	195,29	128,22
Coke	74,00	74,58	65,60

Sistema de laboreo.—El extraordinario espesor que en varios puntos de la cuenca tienen las capas de carbón, ha exigido como regla general la explotación por los métodos de grandes tajos con relleno, ya ascendentes, ya descendentes, á veces combinado con el de huecos y pilares, y en algunas minas precedido de rozas á cielo abierto. Para hacernos cargo de los procedimientos que se han seguido en el laboreo de esta cuenca, hablaremos en primer término de las minas más importantes cuyos trabajos se vienen efectuando de una manera continua desde hace muchos años.

Hace medio siglo próximamente, cuando empezó la explotación en grande escala de la mina *Terrible*, en vista del enorme espesor de sus afloramientos se abrieron grandes tajos á cielo abierto, á los que siguió el laboreo por el sistema de grandes huecos y pilares, con abandono de cerca de las tres cuartas partes del carbón en los trabajos subterráneos. Después se utilizó este combustible arrancándolo hasta los 50 m. de profundidad con otra corta ó roza de que todavía quedan grandes señales al pie de Lugar Nuevo.

En cuanto fué necesario profundizar más de esa altura, se recurrió imprescindiblemente al método actual de disfrute, ó sea por tajos horizontales, en unos sitios ascendentes y en otros descendentes, dividiendo la capa en pisos de 30 m. de altura por medio de galerías generales de dirección que arrancan de las transversales previamente abiertas desde los pozos maestros.

Según donde más convenga, esas galerías se abren en el lado del yacente ó del pendiente dentro de la roca de la caja, á unos 10 m. del criadero, para darlas solidez y preservarlas de los estragos de los fuegos que suelen ocurrir. De 100 en 100 m. se establecen pocillos interiores ó *balanzas* para comunicar dos ó más pisos contiguos, efectuar la salida de los carbones y la entrada de los rellenos, y para arreglar la ventilación según más convenga. Para evitar desgracias se procura que los pocillos no se correspondan en vertical con sus análogos de los pisos superiores.

Se divide después cada piso en fajas horizontales de 2 m. de altura, estableciendo una galería de dirección para el transporte del carbón en el respaldo correspondiente á las balanzas, y otra semejante en el opuesto, destinada al acarreo del relleno. A distancias que varían de 30 á 50 m. se comunican estas galerías por medio de otras normales, formándose de este modo una serie de macizos de dicha altura de 2 m., cuya latitud corresponde al grueso de la capa. Como éste es muy excesivo en casi toda la concesión, todavía se subdividen estos macizos en otros de disfrute que suelen tener 10 m. de anchura.

El disfrute se efectúa combinando los tajos horizontales con los de través, los grandes tajos y los tajos inclinados, según la consistencia de la caja. Cuando ésta es poco resistente, las fajas horizontales de los macizos se explotan con galerías transversales de 2 m. de anchura que parten de la general de transporte y terminan en la paralela opuesta á esta del otro respaldo. Terminado el arranque de

este trozo, se retira la madera que pueda sacarse sin peligros de hundimiento, y se rellena en seguida, abriéndose á continuación la siguiente galería de disfrute.

Si la consistencia del terreno lo permite, el método horizontal descendente se combina con el de grandes tajos, que se abren, según la dirección, con un frente de 10 m., llevando inmediato el relleno, que de trecho en trecho se sostiene con muros en seco ó pedrizas. El relleno es arcilloso y se apisona fuertemente; el arranque se hace en retirada, es decir, marchando desde los límites del campo de explotación hacia su balanza correspondiente, es decir, acortando la distancia; y cuando se principia el disfrute de una faja, se comienza la preparación de la contigua inferior.

A veces, en vez de ser descendente, el arranque es ascendente, suprimiendo los pocillos del relleno de escombros; y en este caso, desde el pocillo balanza se abre una transversal al criadero y se establece la faja superior, á la que sigue un rebajo de 2 m. para la inferior: Después, en orden ascendente, antes de que termine la explotación de esta última, se prepara la siguiente, para lo cual se realza con relleno la anterior. De este modo cada traviesa, sucesivamente modificada, sirve para explotar tres fajas, ó sean 6 m. de altura, resultando, por lo tanto, cinco entrepisos, cada uno de los cuales se explota en sentido ascendente, si bien en conjunto la explotación es descendente, puesto que el 5.° entrepiso se arranca después del 4.°, éste después del 3.°, etc.

Siempre que la consistencia del carbón lo permite, se combina el método horizontal ascendente con el de tajos inclinados, efectuándose el arranque por grupos de dos fajas. Para esto se abre en una faja la galería general de relleno por el lado del techo, y en la siguiente inferior la de transporte de carbón por el lado del muro, se comunican ambas por otra inclinada, y á partir de ésta se lleva el tajo paralelo al talud del terreno. Antes que se acaben de rellenar ambas fajas, se realza la galería del relleno ó se abre desde ella otra en la faja superior, de modo que no se corresponda en la misma vertical, y en el respaldo opuesto otra análoga á la anterior del transporte de carbón, ambas 4 m. más altas que las dos primeras, y entre las cuales comienza el arranque del segundo tajo inclinado, al que sigue de idéntica manera la preparación del tercero, y así sucesivamente hasta terminar el disfrute de todo el piso.

En algunos sitios donde, por excepción, se reduce el espesor de la

capa á menos de 2 m., se explota ésta por testeros con entrepisos de 10 m. de altura, sirviendo la galería superior para la entrada de rellenos y la inferior para la salida de carbones.

El pozo *Montera* de la mina *Terrible* tiene 105 metros de profundidad, y sirve para la extracción, entrada del aire y de obreros. Se cuentan cuatro pisos: el 1.°, á 40 m. término medio de la superficie, y el 2.°, á otros 40 más, se hallan explotados. El 3.°, sito á 20 m. más abajo, está en explotación; y el 4.°, á otros 30, se halla en preparación.

Consta *Santa Elisa* de dos grupos: *Santa Elisa* y *Santa Ana*. En la 1.ª el pozo principal es el *Camondo*, que tiene 267 m. de profundidad, 5 m. de luz, una máquina de 250 caballos, y sirve para la extracción, desagüe, entrada de aire y de obreros. En *Santa Ana* hay tres pozos en activo servicio: el núm. 7, que se emplea para la extracción con una máquina de 110 caballos; el núm. 6, que se utiliza para la ventilación y bajada de rellenos, y el núm. 1 ó pozo *Loring*, que sirve para la entrada y salida de obreros. Ambos grupos se comunican interiormente en los pisos 12 y 16, entre los cuales se efectúa actualmente la explotación, pues los niveles superiores están agotados.

Los variados accidentes y multiplicadas ramificaciones de la capa principal de *Santa Elisa* exigen que ésta sea explotada por métodos diversos según las inflexiones de sus brazos principales, designados con las letras *A*, *B*, *C*, *D* y *E*. El brazo *C*, considerado como capa distinta, aunque en rigor no lo es, permite el laboreo inclinado á causa de su excepcional regularidad; y al efecto, se divide por medio de planos paralelos á su inclinación en fajas de 2^m,25 de espesor normalmente á la estratificación y por medio de galerías generales en pisos de 9 m. de altura. Para establecer la ventilación se abre la primera galería sobre el muro ó yacente; sigue luego el arranque por grandes tajos longitudinales, llevando el frente recto ó escalonado, se fortifica provisionalmente, y se va rellenando con escombros á distancias convenientes de los tajos. Terminada la explotación de una faja, se comienza de igual manera la de la contigua que tiene por yacente el escombro del relleno de la anterior y por pendiente el carbón de la que sigue, y así se continúa hasta explotar en el mismo piso hasta el techo de la capa.

Los otros brazos, ó sean las capas *A*, *B*, *D* y *E* de *Santa Elisa*, se explotan por *plantas horizontales*, esto es, por el método de fajas ho-

rizontales ascendentes. Los pisos miden 40 m. de altura, limitados por galerías generales de transporte, abiertas fuera del criadero, en el respaldo que más conviene. Cada dos de ellas están dispuestas de modo que la inferior comunica con el pozo de extracción y sirve para dar salida al carbón de los tajos y entrada al aire para la ventilación, mientras que la superior recibe los rellenos y da salida al aire por el pozo de ventilación. De este modo el transporte del carbón y de la zafra se hace por vías distintas.

Cada piso se divide en cuatro entrepisos de 9 m. de altura, y cada entrepiso en cuatro fajas horizontales de 2^m,25 de grueso cada una. La preparación de un entrepiso se hace en su faja inferior abriendo dos galerías de dirección de techo y muro, que de 10 en 10 m. se comunican entre sí por otras normales, y se distribuyen entre todas las corrientes de ventilación por medio de puertas convenientemente dispuestas, según la marcha de las labores. Cuando en cada piso termina el período mixto de preparación y disfrute, quedando la faja dividida en macizos de las dimensiones expresadas, se fraccionan éstos por galerías intermedias equidistantes entre el techo y el muro, y el arranque del carbón se efectúa en retirada, avanzando desde el extremo del campo de labor hacia las transversales por medio de grandes tajos. El arranque se hace de día y el relleno por la noche, quitando antes de colocar éste toda la madera que se pueda utilizar.

Cuando una planta se halla explotada y rellena, se pasa á la inmediata superior y en ella se repiten los dos períodos de preparación y disfrute. Las diferencias de nivel que resultan se ganan con rampas ó planos inclinados de 15° de pendiente, en la cabeza de los cuales se colocan tornos de freno; y cuando el desnivel excede de la altura de un entrepiso, se establecen balanzas automáticas en pozos verticales, mamposteados, de 3^m,15 de diámetro.

En cuanto una faja se explotó y se rellenó en una longitud de 15 m. desde el pocillo que comunica dos pisos contiguos, se abre una galería en la planta superior, para que al agotarse la faja de abajo esté terminada aquélla y principie inmediatamente el disfrute de los macizos contiguos, llevándose constantemente escalonada la explotación de los entrepisos.

Actualmente explotan en *Santa Elisa* entre los pisos 12 y 16, y en este último hay una galería general de 125 m. sobre la rama *A* y otra de recorte á la *C* de 150 m., que cruza pizarras duras de grano fino.

La explotación de las capas de *Cabeza de Vaca* se efectúa por el método *á través*. Desde el pozo maestro se tiran traviesas cada 40 m. de profundidad que cortan las cuatro capas, siendo la 1.ª y la 4.ª las que se laboran. Una vez cortadas, se abren en ellas galerías de dirección que marcan los pisos, y otras inclinadas que determinan los cuarteles ó campos de labor; y cada piso se divide en tres entrepisos por medio de dos galerías horizontales auxiliares, que se enlazan entre sí y con las generales por medio de otros pocillos que dividen el criadero en macizos.

Con esta preparación se llega al límite del campo de explotación, en cuyo momento se empieza en retirada el disfrute de los macizos por medio de la labor á través, arrancando desde el pendiente al yacente. La explotación es descendente en los pisos y entrepisos, y ascendente en cada uno de los macizos.

La entibación provisional se hace con peones y galápagos, y el relleno marcha 10 m. más atrasado que el arranque, de modo que casi termina en un mismo día la explotación de una faja; y como antes de concluirse ésta ya se ha abierto la galería de dirección de la faja que sigue en altura, los operarios excedentes de aquélla pasan sin interrupción á la inmediatamente superior, y nunca se suspende ni disminuye la producción. Esta rapidez de la explotación de las capas proporciona la ventaja de no causar mucho menudo; y al propio tiempo, las galerías de dirección de cada faja se abren de modo que no se correspondan en vertical, con lo cual se obtiene mayor solidez en las labores.

El descenso del carbón de los tajos se efectúa por planos inclinados automotores, cada uno de los cuales sirve para un campo de labor de 350 m. de longitud. Los rellenos del exterior se bajan por balanzas con jaulas y un regulador hidráulico.

Existen en *Cabeza de Vaca* los siguientes pozos: el *Cánovas*, de 255 m. de profundidad, que sirve para la extracción, el desagüe y la entrada de aire, estando servido por una máquina de 200 caballos; el núm. 1, de 220 m., para la bajada de rellenos y madera y salida del aire, con una máquina de 30 caballos; los números 1 y 3, de 80 m. cada uno, que se rellenaron hace tiempo; el núm. 10, de 100 m., que hoy está fuera de servicio; el núm. 4, que avanzó á los 140, y que tampoco sirve en la actualidad, y la balanza Norte ó pozo *Paseo*, de 180 m., por donde también se introduce madera y relleno.

Procedimientos de explotación idénticos á los descritos se siguen en otras minas de la cuenca que actualmente se trabajan.

En estos dos últimos años se han activado muchos de los trabajos de la *Segunda Terrible*, sita á la izquierda del arroyo la Parrilla, y en ella se explotó la capa principal á cielo abierto hasta la profundidad de 28 m. en 80 de longitud en que alcanzaban los extraordinarios gruesos anotados. Se cuentan actualmente cinco pozos. A 60 m. al S. de dicha capa, atendiendo á su buzamiento meridional, se abrió el maestro, de 3,80 de diámetro, y cuyo avance es de 60. El pozo *Parrilla*, de 55, se destina á bajar los carbones arrancados á cielo abierto por medio de una palanca: el núm. 1 tiene las escalas de bajada; el 2 es otra balanza de carbón, y el 3 sirve para la entrada de rellenos. La explotación se efectúa con relleno completo por tajos rectos de 2 m. de altura y 4 de longitud. En estos últimos años se desmontaron á cielo abierto grandes cantidades de carbón. En la mina *Santa Isabel*, cuyos trabajos se suspendieron el año anterior, se hacía también la explotación en grandes tajos de 2^{m},30 de altura con relleno; y donde las capas estrechaban, se llevaba de frente un macizo de 10 m. en testeros inclinados. Las labores quedaron pendientes entre los 120 y los 210 m. de profundidad.

En la *Calera* existen dos pozos maestros, explotándose actualmente en el 7.° piso á 102 m. de profundidad, y en el que hay una galería general de transporte de 180 m. de longitud. Para el arranque se divide la capa en macizos de 10 m., que se cortan con tajos descendentes, dejando 4 m. de refuerzo que se beneficia en retirada con relleno completo.

Cuadros de precios de los gastos de explotación.—Todos los servicios que se pueden subastar, se efectúan por contrata en todas las minas de esta cuenca; pero los precios fluctúan entre límites muy variables, según las diversas circunstancias. Como base para los gastos de mano de obra, se tiene en cuenta que el jornal medio de los obreros en los trabajos del interior oscila entre 3,20 y 3,75 pesetas, según los grupos y la clase de labor, y en el exterior de 2,35 á 2,50, resultando en conjunto 3,40 como promedio total. Se tiene en cuenta, además, que el efecto útil del picador de carbón no pasa de 2 $^{1}/_{2}$ toneladas.

En estos últimos años los tipos de contrata son los siguientes en pesetas:

Pozo de 3^{m},80 de diámetro, metro de profundidad.....	250
Galería en estéril, metro de avance..... variable de	10 á 30
Idem en carbón................................	10

Oscila entre 9 y 12 pesetas el gasto de explotación por cada tonelada de hulla producida, según se indica en el cuadro siguiente para los principales grupos donde se ha trabajado:

	Terrible.	Santa Elisa.	Cabeza de Vaca.	Santa Isabel.	Segundo Terrible.
Arranque y carga	1,50	1,60	1,50	1,90	1,25
Entibación	1,90	,46	3,75	1,50	2,00
Relleno	0,81	0,90	1,00	2,00	0,65
Transporte interior	1,00	0, 7	1,00	0,50	0,75
— exterior	0,20	0, 3	0,20	0,15	1,00
Ventilación y alumbrado	0,22	0,23	0,25	0,25	0,20
Extracción y desagüe	0,72	0,69	2,50	1,07	0,40
Investigación	0,31	1,50	2,00	1,75	1,00
Amortización del capital y diversos	2,81	0,50	0,50	2,21	0,60
TOTALES	9,47	9,00	12,70	11,33	7,50

Estas cifras sólo pueden representar un promedio aproximado, pues si bien hay partidas que en varios quinquenios apenas tienen alteración, en otras las diferencias son grandes entre un ejercicio y el anterior ó el siguiente. El concepto que en mayor proporción hace variar el coste de la tonelada, es el de los fuegos. Años hubo, por ejemplo, en que hizo aumentar en el *Terrible* más de dos pesetas el coste de tonelada, al paso que en otras minas en nada gravó el precio total; y por el contrario, en otros apenas se gastó en la citada mina por ese concepto, mientras que otros grupos salieron muy perjudicados. Así, por ejemplo, en 1880 los fuegos hicieron gastar 3,10 pesetas por tonelada en *Cabeza de Vaca*, mientras que en el *Terrible* figuraron por la insignificante suma de 0,04.

Como ampliaciones de estos datos se agregan los siguientes, relativos á la mina *San Miguel*, que si bien algo antiguos, están escrupulosamente comprobados:

Arranque	1,03
Transporte interior	1,02
Extracción	0,81
Limpia y escogido	0,26
Entibación	2,09
Trabajos preparatorios	0,52
Descombros de hundimientos	0,23
Desagüe	0,51
Rellenos	1,70
Transporte exterior	1,00
Carga y maniobras	0,31
Dirección y administración	0,93
Amortización y diversos	0,59
TOTAL PESETAS	11,00

Proporcionalmente á otras cuencas, obsérvase que el gasto más excesivo es el de la madera, cuyo tipo medio por tonelada pasa de 2 pesetas, es decir, casi doble que en Asturias. La única madera que se emplea para la entibación es la de pino, procedente en su mayor parte de Portugal y de la provincia de Huelva, con algunas partidas de la sierra de Córdoba. Los precios corrientes en pesetas son lo los que siguen:

Palos de 2m,30	de 1,15 á 1,60
— de 3m	2,50
Tabla de 1m,10	0,25
— de 1m,30	0,31
— de 1m,50	0,35
— de 2m	0,48

El mayor gasto en madera ocurre en *Cabeza de Vaca*, donde llega por tonelada á la extraordinaria cifra de 3,75 pesetas, y el menor es el de *Santa Elisa*, donde no pasa á 1,46.

La fortificación de galerías se hace en *Cabeza de Vaca* con portadas de madera, constando de dos pies derechos y una montera en la parte superior, pues á causa de la blandura del techo y muro de las capas y la presión fuertísima, no pueden ponerse en toda la mina medias portadas ni estemples solos. Por regla general, en las primeras plantas se colocan los cuadros á distancia de 1m,50 uno de otro; en las demás, cuando el despilaramiento se efectúa rápidamente, vienen á estar de 1m,25 á un metro. En las galerías de los pisos superiores y

en las de relleno la presión es tan fuerte, que se considera como máxima la distancia de $0^{m},50$ entre dos cuadros. La fortificación con mampostería no se usa más que en los pozos maestros de extracción y relleno, y en los trabajos de aislamiento de fuegos.

Se acerca á 2 pesetas el costo de madera en la *Terrible*, donde tanto por el extraordinario espesor de la capa principal, cuanto porque el carbón es poco consistente, se necesita una entibación fuerte que se ejecuta con portadas enteras en la casi totalidad de galerías hechas en carbón, y no bastando aún para contener las presiones del terreno, se añaden encostillados y encamaciones, lo cual ocasiona un gasto de madera muy notable.

A la madera sigue en orden de importancia el gasto por rellenos que en algunas minas, como *Santa Isabel*, ha llegado hasta 2 pesetas por tonelada, si bien debe tomarse el tipo de *San Miguel*, ó sea 1,70 como promedio. La abundancia de tierras y de pizarrilla blanda que hay en la cuenca permiten que los rellenos sean de excelentes condiciones, y que se apisonen perfectamente donde el cierre de las labores tenga que ser completo; pero pasa de un tercio la parte de rellenos de piedra, para cuyo arranque y transporte es necesario gastar cantidades de alguna consideración. En la *Calera* se paga por arranque 0,80 el metro cúbico de piedra, y á una peseta por arrastre, entrada y colocación.

Como un producto no del todo insignificante que contribuye á rebajar el gasto del relleno, es el aprovechamiento de parte de la madera empleada en las entibaciones. En la *Calera* se paga á 50 céntimos el arranque de los palos largos, á 25 el de los cortos y á 6 el de las tablas.

Varía entre 4 y 7 kilos el peso por metro lineal de las barras de acero para las vías interiores, siendo de 7 á 9 el de los carriles de las exteriores y puede estimarse entre 3 y 4 pesetas el coste del metro de vía. En el *Terrible* las vías interiores son de 60 cm. de anchura, y se forman con carriles de acero de Bilbao, que van generalizándose por todas partes.

El gasto del transporte interior oscila entre 0,47 y una peseta por tonelada, acercándose más á esta segunda cifra, que se debe tomar como promedio en las explotaciones que se sucedan. Generalmente el arrastre se efectúa en vagonetas de hierro cuyas capacidades oscilan alrededor de media tonelada. En la *Calera* son de la cabida de 400 kilogramos de carbón; en el *Porvenir de la Industria* el arrastre in-

terior se paga á 50 céntimos por vagoneta de un cuarto de tonelada, lo que hace elevar á aquél á uno de los tipos más altos (1).

En la *Terrible*, el transporte de carbón desde los tajos donde lo arrancan, unas veces con picos y más generalmente por medio de dinamita en barrenos de 0,60 metros, se hace arrojando el combustible por unos coladeros inclinados hasta la galería de arrastre, en donde existe un ferrocarril de 0,50 m. de anchura. Los vagones son todos de palastro, y su cabida es de 450 kg. de carbón. Las galerías generales de transporte se hallan abiertas en estéril, según se dijo, paralelamente á la dirección de la capa.

En una galería situada en la capa núm. 2 del pozo *Parent*, existe un plano inclinado automotor de dos vías de 50 m. de longitud y 25° de inclinación. Situado ese pozo á 646 m. O. del núm. 2, se abrió con objeto de reconocer las capas núms. 1 y 2 y las *A*, *B* y *C*. Su sección es circular, de 4 m. de diámetro; está revestido de ladrillo en toda su longitud, y no tiene más que un compartimiento para las dos jaulas de extracción, que son metálicas y de un solo piso. Van guiadas por listones de pino; en cada una se colocan dos vagones, y están provistas de paracaídas Libotte.

Las vagonetas que se usan en *Cabeza de Vaca* son cilíndricas, descansan en su cara anterior y resbalan sobre dos ó tres ruedas, teniendo su eje de giro en la cara posterior. La distancia de los centros de gravedad antes y después del giro es de 5 cm., y el esfuerzo del obrero es constante é igual á 50 kg.

Es regla general que en las minas se construyan las vagonetas que necesitan, trayendo de Córdoba ó directamente del extranjero el rodamen de hierro fundido endurecido ó de acero. En el *Porvenir de la Industria* cuesta cada una á razón de 100 pesetas.

Grandes diferencias se notarán en el precio por tonelada del transporte exterior. El tipo más bajo de 13 céntimos corresponde á *Santa Elisa*, que tiene un servicio de trenes perfectamente organizado para trasladar sus carbones á la estación de la Vega por un ramal de enlace de vía ancha de 9 km., que permite trasladar á la red general los vagones cargados de 10 toneladas.

En *Cabeza de Vaca* las vías exteriores é interiores son de 0m,535 de ancho, midiendo las primeras un desarrollo total de 2050 m. y las segundas el de 8180.

(1) El enganche por vagoneta se estima en 5 céntimos (*Calera*).

El transporte exterior de los carbones del *Porvenir de la Industria* se efectúa por una vía de 50 cm. de anchura que de la boca-mina va al ferrocarril de Almorchón á Belmez (km. 52). Su coste fué 120000 pesetas, incluyendo 20 vagonetas de un cuarto de tonelada y dos máquinas de la casa belga Guillet. Estas son de 5 toneladas, y su precio se estimó á 12000 pesetas cada una.

Los carbones de la *Segunda Terrible* se arrastran por un ramal de 420 m. y de uno de anchura, que los conduce con las mismas máquinas de la línea de Fuente del Arco á los muelles de Peñarroya. Se aprovecha parte de los menudos de esta mina mezclando 10 por 100 de ellos con los del *Terrible* para los hornos de cok, y el grueso y todo uno se libran directamente al mercado.

Diferencias muy grandes también se reparan en los precios por extracción y desagüe, pues mientras hay minas, como la *Segunda Terrible*, donde no pasa el coste por tonelada de 0,40, llega en *Cabeza de Vaca* á la cifra extrema de 2,50. Como promedio se pueden admitir las cantidades relativas á la mina *San Miguel*, que marcan 0,81 para la extracción y 0,51 para el desagüe. Natural es que estas dos partidas sean las más variables hasta para una misma mina, pues dependen del mayor ó menor desarrollo de labores, de las muy distintas profundidades que se alcancen, y de la mayor ó menor actividad que se imprima á los trabajos. El tipo mínimo de la cuenca es el de la *Calera*, cuya mina produce actualmente 20 m. cúbicos de agua diarios en tiempo seco y de 25 á 30 en tiempo lluvioso, efectuándose el desagüe por jornal y en cubas. En el *Porvenir de la Industria* se desagua por medio de cubas de un m. cúbico de cabida. El pozo núm. 3 es el que sirve para el desagüe del *Terrible*. En *Santa Isabel* se sacaban en cubas que subían por la jaula los 50 á 60 m. cúbicos diarios del agua recogida, verificándose la extracción durante la noche en que cesaba ó disminuía mucho la del carbón. El pozo maestro *Camondo* de *Santa Elisa*, que sirve, como se dijo, para el desagüe de este grupo y de su inmediato *Santa Ana*, tiene á 250 m. de profundidad una máquina para ese objeto, saliendo el agua por una tubería de 7 cm. de diámetro.

En un principio se hacía el desagüe de las labores del *Terrible* con cubas metálicas de 1600 m. cúbicos de cabida; pero en el día se emplean cajas metálicas de 76 cm. de ancho y 75 de altura, en cuyo fondo existen dos válvulas de hierro. La máquina que hay al servicio del pozo *Parent* es horizontal, de dos cilindros conjugados, sin expansión ni condensación, con una fuerza de 30 caballos.

La cantidad de agua que produce la mina de *Cabeza de Vaca* es muy variable, pues en invierno asciende á 120 m. cúbicos diarios, mientras que en verano se reduce á una sexta parte. Excepto una pequeña cantidad que va al pozo núm. 1, todas las aguas se recogen en el de *La Torre*, de donde son extraídas por cubas de hierro de 500 litros de cabida.

La mayor uniformidad de gastos en todas las minas de la cuenca es por el concepto de ventilación y alumbrado, pues sus precios sólo oscilan entre 20 y 25 céntimos de peseta por tonelada. La excesiva cantidad de grisú que en casi todas las minas se produce, exige el empleo de lámparas de seguridad, al propio tiempo que una ventilación muy enérgica por medio de máquinas potentes. Así, por ejemplo, en la mina *Santa Elisa* hay un ventilador del sistema Guibal que mide 9 m. de diámetro por 2 de ancho, y que aspira del interior hasta 600 m. cúbicos de aire por minuto en cuanto da 50 vueltas en ese tiempo; es movido por una máquina de 40 caballos, y se halla instalado en el pozo núm. 8. El ventilador del *Terrible* es del sistema Ser; tiene 2m,50 de diámetro, y el pozo en que está situado, que también sirve para la entrada de rellenos, tiene 90 m. de profundidad. El aire exterior penetra por el pozo *San Miguel*, de 100 m. de profundidad, que también sirve para la entrada de los obreros. En el pozo núm. 1 de *Cabeza de Vaca* se halla instalado un ventilador del sistema Mortier, de fuerza de 10 caballos; y otro del mismo sistema, de 1,30 de diámetro, movido por una máquina de igual fuerza, hay en el pozo núm. 6 de *Santa Ana*, por donde extrae 8 m. cúbicos de aire por segundo.

Es general en la cuenca el alumbrado con lámparas de seguridad; pero en el grupo de *Santa Ana* es tan pequeña la producción del grisú, al propio tiempo que tan activa la ventilación, que se trabaja con candiles ordinarios, así como en la *Calera*, si bien en el 7.° piso siempre existen pequeñas cantidades de gas inflamable.

PRODUCCIÓN.—Casi nula fué la producción de carbón de esta cuenca en la primera mitad del siglo XIX: llegó tan sólo á 12958 toneladas en 1861, fué poco menos del doble en 1867, y, por fin, inaugurado el ferrocarril de Belmez, en el siguiente aumentó hasta 71511. En los tres años siguientes diversas causas motivaron el que descendiese en lugar de aumentar la producción, que de nuevo tomó mayor impulso en 1871, en que alcanzó la cifra de 119238 toneladas. Todavía se tardaron diez años más para pasar de un millón de toneladas

por quinquenio; pero rápidamente se ha doblado la producción en la conclusión del siglo último, según se ve en el adjunto cuadro, en que se resumen las cantidades correspondientes á los sucesivos quinquenios, á partir del año 1861:

Quinquenio.	Toneladas.
1861 á 1865	65936
1866 á 1870	268833
1871 á 1875	715584
1876 á 1880	705664
1881 á 1885	1.005049
1886 á 1890	1.023111
1891 á 1895	1.269285
1896 á 1900	1.850000
TOTAL	6.903462

Suponiendo que la producción de los sesenta primeros años haya ascendido á cerca de cien mil toneladas, la total de todo el siglo XIX ha sido aproximadamente de unos siete millones en números redondos.

No todos los ingenieros juzgaron en un principio como de extraordinaria riqueza la cuenca de Belmez, pues hace cuarenta años Lan apreciaba su importancia del siguiente modo (1): «Sin que discutamos el porvenir de esta cuenca, lo que es casi imposible por los pocos trabajos hechos de exploración en un terreno que no tiene menos de 25 á 30 km. de largo, debo observar que es, al menos, intempestiva la reputación de riqueza que se la atribuye. Hasta la fecha no se han encontrado más que anchurones de hulla, muy pura, es cierto, pero en limitadas extensiones, como los del *Terrible* y *Santa Elisa*. Las explotaciones, apenas comenzadas en otros puntos, tocaron espesores mucho más reducidos y calidades con frecuencia muy inferiores. Los indicios son muy numerosos; pero los hechos anteriores, unidos á ciertos caracteres superficiales, hacen temer una disposición en masas ó lentejones, más bien que grandes continuidades.»

La riqueza de la cuenca, sin embargo, es mayor de lo que sospechó Lan, si bien es general, efectivamente, la segmentación de las capas en lentejones irregulares.

En oposición á los cálculos demasiado bajos de Lan, según cuen-

(1) *Annales des Mines*, 5.ª serie, tomo XII, pág. 567.

las que hace más de treinta años echó el ingeniero Lagarde (1), la parte central encierra unos 155.000000 de toneladas de carbón, y agregando lo que puedan contener los dos extremos, eleva la cifra hasta 300.000000, cantidad que generalmente se considera demasiado elevada, tal vez de seis á ocho veces mayor que la riqueza efectiva.

INDICACIONES GENERALES RELATIVAS AL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA CUENCA.—Exceptuando los tres grupos del *Terrible, Santa Elisa* y *Cabeza de Vaca,* todos los demás, ó no se han explotado más que en una pequeña parte, ó están casi enteramente intactos. En oposición de algunos que creen que en esos tres grupos se halla concentrada la principal riqueza de la cuenca, opino, por el contrario, que es mucho más lo que resta por extraer que lo que ya se ha sacado. Se inicia desde hace algún tiempo la tendencia á desarrollar el laboreo en varios puntos incompletamente reconocidos ó sólo superficialmente explotados. Pero hay una causa que se opone desde su origen al ordenado y completo desarrollo de los trabajos por toda la cuenca, cual es la diseminación de la propiedad minera entre varias Sociedades y diferentes propietarios. Cada una de estas entidades tiene sus concesiones salteadas caprichosa é irregularmente, formando á manera de múltiple engranaje opuesto al expedito beneficio de sus grupos respectivos.

Relegado al extremo septentrional de la cuenca el coto *Porvenir de la Industria,* y posesionada la Sociedad hullera de Peñarroya de la mayor parte de las concesiones comprendidas entre el arroyo de la Parrilla y el Albardado, el aprovechamiento más ventajoso de la mitad meridional de la cuenca podría hacerlo una gran Compañía, á cuyo poder viniesen á parar todas ó casi todas las concesiones allí enclavadas. Ciertamente que sería muy considerable el capital que se invirtiese en su adquisición y explotación; pero no se trata de que todos los campos de labor se abriesen de golpe en un solo periodo, pues aparte del enorme capital que tan importantes trabajos exigirían si hubiesen de hacerse en breve plazo, se presentarían estas otras tres dificultades insuperables:

1.ª Disponer rápidamente del personal obrero conveniente y ordenadamente instalado que para trabajos tan amplios se necesitarían.

2.ª Tener preparados para la venta los mercados que consumie-

(1) *Revista Minera,* tomo XVII, pág. 428.

sen desde el primer instante, un incremento súbito y muy considerable en la producción.

3.ª Disponer en las dos vías de Córdoba y de Almorchón, correspondientes á dos Compañías distintas, de todo el material de transporte indispensable para el arrastre de un incremento excesivamente rápido.

Por tales consideraciones no se debe aspirar á doblar la producción de la cuenca en muy pocos años, sino á que la explotación marche en progresión creciente, quinquenio tras de quinquenio, como viene sucediendo desde hace larga fecha en las cuencas asturianas. A este fin, reunidas en una sola mano las concesiones de la mitad meridional de la cuenca, deberían ordenada y sucesivamente prepararse para su explotación, según los grupos topográficos naturales en que aquéllas se resumen, comenzando por las minas mejor situadas y con mayores señales de riqueza en carbón.

Entre el Albardado y Villaharta los grupos naturales son los siguientes: 1.°, el del barranco de la Juliana; 2.°, el de la Jabalina; 3.°, el del Valle; 4.°, el del Cañuelo; 5.°, el de la Hurona; 6.°, el de la Hortezuela; y 7.°, el de la Ballesta. De todos éstos, el más ventajosamente situado para el transporte y de los que mejores afloramientos presenta es el de la Jabalina, por el que penetran más á Levante el río Guadiato y el ferrocarril de Belmez á Córdoba. Debería ser el primero que se pusiera en explotación, y á él convendría siguiese el de la Ballesta, que si bien exigiría una línea de enlace de 7 á 8 km. con dicho ferrocarril, tiene acreditada su abundancia en combustible, principalmente por el lado de la *Evelina*, *San Rafael* y la *Solana*.

Preparada la explotación del primer grupo con las labores é instalaciones necesarias, inclusas las viviendas para obreros, con los productos que de él se fuesen obteniendo al cabo de los cuatro ó cinco primeros años, de un modo económico se comenzaría la preparación del segundo grupo, y cuando ya éste comenzase á rendir beneficios se seguiría sucesivamente con los demás grupos, hasta tener á todos ó á casi todos en activa explotación. De esta manera, al cabo de un plazo de veinte ó veinticinco años, la cuenca de Belmez podría quintuplicar la producción actual, que pasaría anualmente de un millón de toneladas, y el valle del Guadiato sería entonces el centro de mayor actividad industrial del Mediodía de España.

L. Mallada.

FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCÍA

POR

M. D.-P. OEHLERT [1]

PRIMERA PARTE

Hace algunos años, nuestro malogrado compañero M. Chaper me confió, para su estudio, cierto número de fósiles recogidos en Santa Lucía, provincia de León, por M. Waliszewski, ingeniero entonces de una mina próxima á Pola de Gordón. La abundancia de los ejemplares me hizo sospechar que, aun después de los notables trabajos de Verneuil, Barrande, d'Archiac, Barrois, Mallada, etc., se podrían todavía aportar algunos datos para el conocimiento de la fauna devoniana de España; por otra parte, el buen estado de conservación de ciertas especies y su modo de fosilización, que permite hacer en varias de ellas diversas series de secciones, me han procurado excelente ocasión para investigar ciertos caracteres de orden ya genérico, ya específico. Tal es el objeto de este estudio, del cual daré ahora una primera parte, encabezándola, á manera de prefacio, con una nota de geología descriptiva acerca del yacimiento de Santa Lucía y de los alrededores de la mina de Pola de Gordón, que M. Waliszewski ha tenido la bondad de proporcionarnos:

«Los fósiles objeto de esta Memoria han sido recogidos en los al-

(1) Traducido del *Bol. de la Soc. geol. de Francia*, 3.ª serie, tomo XXIV.

rededores del pueblecito de Santa Lucía, situado 38 km. al N. de León, en la línea de Gijón á Madrid, casi en el límite S. del macizo paleozóico que comprende la mayor parte de Asturias, la región oriental de Galicia y el N. de la provincia de León. Este macizo se halla atravesado del O. al E. por la cordillera cantábrica que corre, próximamente, paralela á la dirección general de las capas.

»Numerosos trabajos geológicos y paleontológicos han sido publicados acerca de este macizo por los Sres. Paillette, de Verneuil, d'Archiac, Schulz, Prado, Barrois, Mallada y Buitrago, etc., etc., cuya lista completa puede consultarse en el notable estudio de M. Barrois sobre los terrenos antiguos de Asturias y Galicia (1882), y también encabezando la *Sinopsis general de las especies fósiles encontradas en España,* del Sr. Mallada (1892).

»Habiendo necesitado dedicar el tiempo, relativamente corto, que he pasado en España, á las instalaciones para la explotación de las minas de la Pola de Gordón en Santa Lucía, no he podido emprender un estudio detallado de los diferentes terrenos de esta región, estudio que resulta realmente difícil por la multitud de pliegues que presentan los estratos, complicados con numerosas fallas y toda suerte de fenómenos accidentales.

»Réstame añadir que mi falta absoluta de conocimiento de los datos bibliográficos ha dificultado extraordinariamente mis investigaciones, durante mi permanencia en España.

»La mayor parte de los fósiles objeto de esta Memoria han sido recogidos al practicar los trabajos para las instalaciones en el exterior y la construcción de un tranvía de unos 5 km. aproximadamente, desde las minas, ó sea desde las alturas de las Tablas, hasta Santa Lucía, atravesando la cordillera de la Cervaliza casi normalmente á los estratos calizos y pizarreños, así como también los contrafuertes de la Sierra Vallina.

»Desde el punto de vista orográfico, presenta esta región un aspecto particular y muy pintoresco. Las corrientes de agua que la atraviesan, ó sean los ríos Sil, Luna, Bernesga, Torío, Porma y Cea, están alimentados por numerosos torrentes que circuyen los derrames de la cordillera, y caminan por gargantas muy estrechas con laderas de escarpas verticales que, al cortar los estratos calizos, recuerdan, por su disposición, los famosos *cañones* clásicos en los textos de Geología.

»La altitud de los valles que he recorrido en los alrededores de Bus-

dongo, Villamanín, la Vid, Ciñera, Santa Lucía y Pola de Gordón, varía de 1000 á 1200 m., y los picos alcanzan hasta 1500 á 1800 m. [1].

»Desde la cordillera Cantábrica hasta León, siguiendo la carretera de Oviedo á Madrid ó la vía férrea, que unas veces serpea por entre las fracturas que encauzan el Vernesga, y otras atraviesa por túneles las montañas (en 20 km. desde Busdongo á la Pola de Gordón existen 10 túneles), se corta sucesivamente una serie de fajas silurianas, devonianas y carboníferas, que alternan con más ó menos regularidad.

»El devoniano y el carbonífero constituyen la mayor parte de aquellos terrenos. Este último ocupa, por lo general, el fondo de los valles, y, en tal caso, se halla cubierto por depósitos cuaternarios; á veces se remonta un poco á lo largo de las faldas de las colinas, formando lomas redondeadas cubiertas de vegetación, mientras que las crestas devonianas se presentan siempre desnudas y müy escarpadas.

»Saliendo del puerto de Pajares, después de haber atravesado la divisoria de la cordillera, se encuentra por el E. la formación hullera de Busdongo, donde las investigaciones mineras han permitido seguir la marcha de determinados estratos en muchos centenares de metros. Las capas de carbón alternan con areniscas y pizarras y descansan sobre unas cuarcitas que el Sr. Mallada considera como silurianas, y en las que nosotros no hemos encontrado fósiles. Un túnel atraviesa estas cuarcitas, que á su vez alternan con las calizas rojas de Arbas, en las cuales los Sres. de Verneuil y Barrois han recogido *Goniatites* y *Phillipsia*. Esta alternancia de rocas continúa hasta Camoplongo, y desde este punto hasta Villanueva de la Tercia hemos encontrado fósiles devonianos en ciertos bancos calizos arcillo-ferruginosos que se inclinan fuertemente al S. con dirección O.

»El pueblecito de Villanueva se halla situado al pié de unos picos donde las calizas alternan con pizarras y areniscas; en este punto el valle del Bernesga se ensancha considerablemente.

»En las calizas dolomíticas gris azuladas que forman parte de las vertientes de este valle, se presenta en la de la izquierda el grueso filón de cobre cobaltífero de la mina *Profunda*, cuya explotación ha sido tan próspera. Más al S., cerca de Villamanín, se estrecha de nuevo el valle, siendo pronto reemplazado por una angosta garganta,

(1) El pico de Braña-Caballo, al E. de Busdongo, alcanza hasta 2189 m. de altitud.—(N. del T.)

donde la vía férrea atraviesa una potente hilada de areniscas, en el túnel de Tucro. Hasta Ciñera el ferrocarril corta, por una serie de túneles, las areniscas y calizas, devonianas y carboníferas, entre las cuales existen algunos isleos hulleros. Al E. de Ciñera se explotan en dos concesiones situadas en el valle del torrente Rujero, varias capas de carbón que en ciertos puntos se apoyan sobre pizarras y cuarcitas de grano más ó menos fino; las atraviesa el túnel de la Gotera, y están cortadas por una estrecha garganta del Bernesga. Una capita inexplotable de hulla descansa directamente sobre estas rocas, y entre ella y la cuenca de los puertos de Don Diego se presenta una faja devoniana rica en fósiles, la cual está separada de la Cervaliza por uno de los valles de Santa Lucía.

»Al SE. de Santa Lucía se atraviesa un conjunto de calizas compactas, y también pizarras y areniscas friables con *Spirifer*. Estas últimas son, sin duda, de la misma edad que las que M. Barrois refiere á la base del devoniano, y designa con el nombre de areniscas de Furada.

»Poco después el Bernesga cambia bruscamente de dirección durante cerca de 2 km., siguiendo por las mismas capas y dando origen al estrecho valle de Vega de Gordón, donde se encuentra una fajita hullera, inexplotable en este punto, pero que después de estrecharse al salir de Vega de Gordón á las Baleas, se ensancha hacia el SE. dando origen á la cuenca de la *Magdalena*.

»Por el S. aparecen de nuevo las areniscas pizarreñas y las calizas, constituyendo las alturas de Viescas, Cervaliza y Vallina. Estas calizas, que se explotan en cantera para sillares, son de color más ó menos pardo ó gris.

»Ciertos bancos de los alrededores de la Pola de Gordón se explotan por los caleros del país, dando una cal muy estimada.

»Más allá de esta cresta se encuentra una banda hullera importante, que forma dos cuencas distintas: la que se halla situada cerca de Llombera, y que se denomina cuenca de Santa Lucía, y la de Pola de Gordón. Se hallan separadas por un serrijón de calizas devonianas que une el pico de San Mateo á los crestones de Viescas y de Vallina.

»La cuenca de Llombera, ó minas de Santa Lucía, se conoce con el nombre de grupo hullero de los puertos de Don Diego; comprende cuatro distritos distintos:

»1.° El distrito de Candelaria Oeste (Congusta), se compone de una sola capa de 4 m. de espesor, de carbón brillante y duro, muy

seco, que no contiene más que de 10 á 11 por 100 de materias volátiles. Su afloramiento puede seguirse en un km. aproximadamente. La capa se halla en estratificación concordante con las calizas, con intercalación regular de 4 á 6 m. de arenisca hullera; se dirige del O. al E., y termina contra una fractura que ha dado origen al cauce del torrente de Fonfría.

»2.° El distrito Candelaria Este se halla representado por tres capas paralelas separadas por bancos de arenisca y de pizarra; la inclinación de las capas varía de 10 á 15°; se presentan en estratificación concordante con las calizas de Cervaliza, de las que están separadas por unos 10 m. de arenisca pizarreña. El espesor de estas capas varía de 1 á 2 m.; contienen carbón seco muy puro, y dan hasta el 50 por 100 de grueso, con la tela de 30 mm.

»3.° El distrito de Pastora, situado al pie de las Tablas, sólo contiene una capa cuyo espesor varía de 15 á 20 m.; se dirige de E. á O., desviándose fuertemente al N. Los afloramientos pueden seguirse en más de 1500 m., hasta un collado donde la capa termina contra un macizo de terrenos hulleros levantados que contienen restos de la caliza inferior. La regularidad del afloramiento es absoluta y muy visible, tanto más cuanto que se halla cubierto de abundante vegetación, mientras que en las rocas que forman el techo y el muro sólo vegetan pequeños robles que sirven de pasto al ganado cabrío, base de la alimentación de los habitantes del país. La capa se presenta con pendiente al NE. de 60° en el muro y de 25° solamente en el techo.

»4.° Distrito de Competidora.—Atravesando el dique de que se acaba de hablar, y dirigiéndose al S. en la Collada de Llombera, se encuentra el cuarto distrito, en el cual no se conoce actualmente más que una sola capa que alcanza hasta 15 m. de espesor y buza al S. con inclinación variable entre 30 y 50°.

»Hacia el E. se bifurca en dos capas, separadas por unos 40 m. de pizarras.

»El grupo de Pola de Gordón no se ha explotado, porque los trabajos de investigación no han dado hasta ahora resultados prácticos. Al N. se presenta un notable afloramiento de conglomerados carboníferos de cerca de 30 m. de grueso, que se manifiesta muy visible en un corte del ferrocarril; se encuentran también los conglomerados en el muro de la Pastora y al E. de Llombera, pero con menor espesor.

»Al S. de Llombera y de Pola de Gordón existe otra cresta caliza, limitada al E. por la de la Tabliza, que sirve de divisoria á las aguas del Vernesga y del Torío. En la vertiente meridional de este relieve calizo, de edad devoniana, y en el que se encuentra el Pico de San Mateo (1800 m. aproximadamente), se halla asentado el pueblo de Huergas.

»El Pico de San Mateo, propiamente dicho, está en parte constituído por bancos gruesos de caliza que se han explotado como mármol rojo parduzco; pero las dificultades del transporte han hecho abandonar la explotación.

»Los fósiles que he recogido y he enviado á M. Chaper proceden en parte de las excavaciones ejecutadas para el transporte de la hulla desde los puertos de Don Diego á Santa Lucía, en las vertientes de la Cervaliza y de la Vallina; y los restantes corresponden á las capas de la misma edad de los alrededores del Pico de San Mateo.»

Megistocrinus Waliszewskii, n. sp.

(Lám. 3, figs. 1 á 4.)

Cáliz globoso cupuliforme, muy amplio, deprimido, más ancho que alto, aplastado por la región ventral; simetría bilateral muy acentuada, las *radialia* no se diferencian por su relieve del resto del cáliz. Las placas conservan todavía, aunque gastados, vestigios de ornamentación en forma de vermiculaciones.

Basales 3, de tamaño casi igual, que se prolongan muy poco más allá del último artejo del tallo, que es redondo. La reunión de estas tres placas constituye un disco exagonal equilátero, de poco espesor y dentado en los bordes por efecto de la presencia de quillas rudimentarias; una escotadura mucho más marcada que las otras, se encuentra en la prolongación de cada una de las tres suturas basales. En el centro, canal bastante grande.

Radiales primarias 3×5, generalmente más anchas que altas; las primeras forman con la placa anal de la primera serie un ciclo de seis placas, alternativamente exagonales y eptagonales; la placa anal, situada en la intersección de dos placas basales, es eptagonal, lo mismo que las placas de las *radialia* anteriores derecha é izquierda, que ocupan la misma situación con relación á las basales. Segundas radiales exagonales. Terceras radiales axilares pentagonales.

Radiales secundarias $2 \times 2 \times 5$ irregulares; pero ordinariamente exagonales.

Radiales terciarias en número de 2×2, sobre las tres *radialia* anterior, posterior derecha y posterior izquierda, á excepción de una, que falta á esta última; en los otros dos radios, anterior derecho y anterior izquierdo, no existen las piezas de este orden, por lo que el número de brazos queda reducido á 15. Estas piezas, mucho más pequeñas que las precedentes, son muy rebajadas y están amplia-

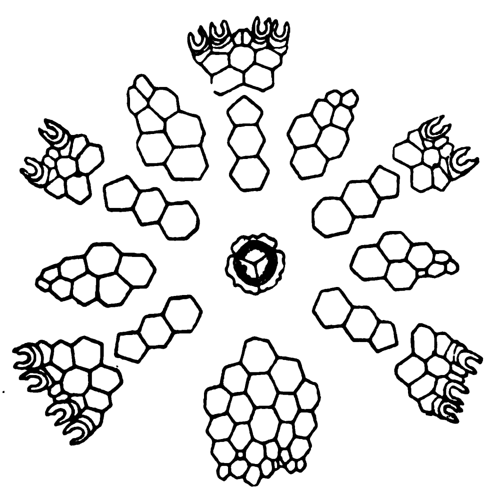


Fig. 1.—Diagrama de *Megistocrinus Waliszewskii.*

mente truncadas en su parte superior, que es un poco cóncava; cada una de ellas soporta la primera braquial. Brazos desconocidos.

Inter-radiales numerosas, de tamaño igual al de las radiales; cada inter-radio comprende primeramente una primera pieza exagonal, situada entre las primeras y segundas radiales casi al mismo nivel que estas últimas; por encima de esta placa se superponen ordinariamente tres filas de otras piezas, constituidas cada una por dos placas que, en un principio grandes y situadas aproximadamente en línea horizontal, decrecen con rapidez en dimensión y se hallan dispuestas alternativamente.

Inter-radiales constituidas por una placa grande que soporta otras

placas pequeñas, alargadas, situadas entre las primeras braquiales y que se unen directamente á la bóveda.

Inter-radio anal muy ancho, y compuesto de un gran número de piezas: primeramente, una gran placa eptagonal situada en el ciclo de las primeras radiales: á ella sigue una segunda fila de tres placas, después otra tercera fila de cinco; á partir de esta última fila, el inter-radio se estrecha gradualmente, y al mismo tiempo las placas disminuyen insensiblemente de tamaño. La parte superior de este inter-radio está formada por una serie de plaquitas sin orden regular, que se sueldan muy íntimamente, constituyendo entre los brazos una superficie de relieve convexo, algo alargada, lisa, distinta de las otras partes del cáliz, y que se prolonga hasta el borde de la abertura anal, cuya situación es algo excéntrica.

Bóveda rebajada, débilmente convexa en su centro, y compuesta de gran número de piezas muy pequeñas, poligonales, con un tubérculo en el centro y dispuestas regularmente, sin que puedan distinguirse las placas orales ni las placas radiales, carácter que se encuentra también en ciertas especies devonianas pertenecientes al mismo género.

Refiero esta forma al género ***Megistocrinus***, Owen y Shumard, aunque presenta ciertas diferencias con el ***M. Evansi***, que es la especie típica, y que corresponde al carbonífero de América. M. Wachsmuth, á cuya autorizada opinión he recurrido con este objeto, piensa como yo que no hay motivo para separar genéricamente estas dos formas que concuerdan tan bien en todos sus principales caracteres. Los rasgos diferenciales consisten en la situación de la abertura anal, poco excéntrica, en vez de ser completamente lateral y no probosciforme, en el desarrollo excesivo del inter-radio anal, en el espacio liso que acompaña al ano por detrás, y en la ausencia de placas orales ó radiales distintas sobre la bóveda.

El género ***Megistocrinus*** había estado hasta ahora representado casi exclusivamente por especies encontradas en el devoniano y el carbonífero de América; sólo una, descrita en otro tiempo por Phillips con el nombre de ***Actinocrinus globosus***, procedía del carbonífero de Irlanda. La que nos ocupa demuestra que en las regiones meridionales existía ya este género, y que en ellas, como en la mayor parte de las especies devonianas de América, la diferenciación en las placas de la bóveda no se había acentuado todavía suficientemente para poder distinguir las piezas orales, proximales y radiales.

El *M. Walissewskii* no puede confundirse con ninguna otra forma de la misma edad: el aspecto general del cáliz, el aplastamiento de la bóveda, la forma de las placas calicinales y la disposición de los adornos, constituyen un conjunto de caracteres suficientemente particularizado.

Storthingocrinus Haugi, n. sp.

(Lám. 3, figs. 5 á 7.)

Cáliz de tamaño pequeño, rebajado, más ancho que alto, cupuliforme y con todas las placas cubiertas de granulaciones finas y numerosas.

Basales 3, desiguales, formando reunidas un pentágono irregular: dos de ellas son grandes, pentagonales, con el lado superior truncado para sostener la radial; la tercera es más pequeña, cuadrangular. Radiales 1 × 5, de dimensiones un poco desiguales, rebajadas: el borde superior tiene una escotadura ancha y cóncava que deja dos puntas solamente en las extremidades; tres de estas placas son pentagonales, las otras dos sub-rectangulares. Las dos radiales, situadas á la derecha de la línea antero-posterior (de las que una es rectangular y la otra pentagonal), son más grandes y más altas que las otras, principalmente á lo largo de la sutura que las reúne; su borde se eleva en este punto y presenta una pequeña superficie de inserción para las placas de la bóveda, más extensa que las que existen en la extremidad de las otras suturas inter-radiales. Tallo, bóveda y brazos desconocidos.

Dimensiones: altura, 8 mm.; diámetro, 15 mm.

He examinado tres ejemplares de esta especie, dos de los cuales, relativamente grandes y de poca altura, tienen las dimensiones indicadas anteriormente; el tercero, más pequeño (fig. 5), es de proporciones un poco diferentes; su altura parece ser igual al diámetro, por lo menos así puede juzgarse, teniendo en cuenta la deformación del cáliz, que se halla fuertemente comprimido. Las radiales son siempre casi tan altas como anchas, mientras que en los dos ejemplares de gran tamaño estas mismas placas son de forma manifiestamente rebajada. A pesar de estas diferencias, refiero á la misma especie estos tres ejemplares, que están adornados de la misma

manera y tienen el cáliz con la misma disposición cupuliforme.

El género *Storthingocrinus* no estaba representado más que por tres especies, pertenecientes todas al devoniano medio de Eifel: *S. fritillus*, Müller; *S. trifidus*, Schultze, y *S. decagonus*, Goldfuss. Estas tres formas son muy distintas de la que describo. En efecto: esta última está caracterizada por su cáliz cupuliforme ensanchado desde la base, lo que hace poco aparentes las basales cuando se mira el cáliz de perfil; al contrario, en el *S. fritillus*, al cual puede sólo compararse el *S. Haugi*, el cáliz tiene siempre, á pesar de las varia-

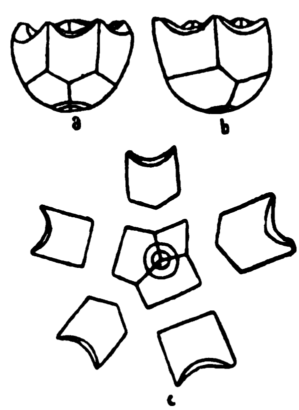


Fig. 2.—*Storthingocrinus Haugi*: *a*, cáliz visto por el lado anterior; *b*, el mismo visto por el costado posterior; *c*, diagrama.

ciones que se observan en esta especie, más altura que anchura, las radiales se desarrollan principalmente según esta última dimensión, y las basales se ven muy bien de perfil. Además, el cáliz, que es unas veces de lados paralelos y otras conoide, se estrecha siempre hacia la base, cerca de la superficie de inserción del tallo.

El nombre de *Storthingocrinus* ha sido dado por Schultze [1] á dos especies del devoniano medio de Eifel, consideradas con anterioridad como *Platycrinus*, y á las cuales añadió una tercera forma no des-

(1) L. Schultze, 1866, *Monog. d. Echinod. d. Eifeler Kalkes*, pág. 68. (*Denk. de Math. Naturwiss. k. Akad. Wissen.*, Bd. XXVI.)

crita todavía. Hizo observar que estos tres tipos tenían caracteres comunes y diferían de los que se encuentran en los *Platycrinus* propiamente dichos, y propuso, con razón, separarlos para formar un subgénero que, á su juicio, habría de ser reconocido y confirmado más adelante.

Y en efecto: el *Storthingocrinus*, no solamente ha llegado á adquirir la importancia de un género, sino que ha sido separado completamente de los *Platycrinus* para incluirlo en la familia de los *Symbathocrinidæ*, muy distinta de la de los *Platycrinidæ*, porque pertenece á un suborden diferente, cualquiera que sea la clasificación adoptada por los autores. Para Neumayr, por ejemplo, el primero de estos géneros debe colocarse entre los *Epascocrinoides*, es decir, con las formas con boca libre y cuyos ambulacros, directamente marcados en la superficie de las placas orales, se hallan á veces ocultos por una bóveda, mientras que el segundo forma parte de los *Hypascocrinoides*, cuya boca y los surcos ambulacrales se hallan cubiertos por las placas orales. Para los Sres. Wachsmuth y Springer, que en vez de emplear la morfología de la boca para base de su clasificación, la fundan en el modo de unión de las placas y en el mayor ó menor desarrollo del cáliz, hay igualmente separación entre la familia de los *Platycrinidæ*, que se relaciona á los *Camarata* (*Sphæroidocrinaceos*, 2.º orden de los *Hypascocrinoides*), en los cuales las placas se hallan reunidas por suturas y los brazos forman parte integrante del cáliz por consecuencia del desarrollo más ó menos grande de los inter-radiales, y las de los *Symbathocrinidæ*, que pertenece al suborden de los *Inadunata larviformia*, caracterizados por su cáliz poco desarrollado, brazos libres desde la primera radial, cinco inter-radiales únicas situadas en la región ventral, y una bóveda rudimentaria.

Ciertos caracteres externos aproximan evidentemente el *Storthingocrinus* al *Platycrinus*, y así se explica la confusión producida por los primeros autores que no conocían las relaciones de la bóveda con el cáliz. En efecto, la fórmula de las basales y de las radiales es la misma en los dos géneros: el uno como el otro tienen tres basales, de las que dos son grandes, pentagonales, casi iguales, y una tercera más pequeña, cuadrangular. Las radiales, en número de cinco, son semejantes y forman un círculo completo, sin intercalación de placas anales ó inter-radiales; su borde exterior está también excavado; pero aquí comienza la diferencia: esta escotadura, en vez de ser pequeña como en el *Platycrinus*, se hace ancha y ocupa casi entera-

mente la superficie articular superior, de tal suerte que las partes laterales, que permanecen intactas, forman á cada lado con las partes contiguas de las radiales inmediatas, pequeñas puntas demasiado exiguas para que una inter-radial encuentre lugar suficiente para apoyarse, al contrario de lo que ocurre con el *Platycrinus*, en el cual los bordes superiores de las radiales, en las partes no escotadas, soportan una ó dos inter-radiales.

Este último carácter no es, sin embargo, común á todas las radiales, y Schultze ha hecho notar que dos de estas placas contiguas, un poco más elevadas que las otras, tienen una muesca menos amplia para la recepción de los brazos: una parte saliente, relativamente ancha, permanece intacta y sobresale de cada costado de la sutura que los une.

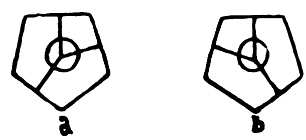


Fig. 3: *a*, base de un Palæocrinoide; *b*, base de un Blastoide. En estas dos figuras el costado anterior está situado en la parte alta.

Este mismo carácter se encuentra en el *S. Haugi*, como se ha dicho al describir esta especie; pero difiere en lo que se relaciona con la simetría bilateral. En el *S. fritillus*, según el dibujo representado por Schultze (pág. 69), las dos radiales más elevadas y menos escotadas se hallan en el lado anterior derecho, mientras que en el *S. Haugi* se encuentran situadas en el costado posterior derecho. De todos modos, sea cualquiera la posición de estas dos placas, no justificará la hipótesis emitida por Schultze, quien piensa que la región anal corresponde á esta irregularidad, porque la línea de simetría bilateral no pasa por la sutura que une estas dos placas, notablemente salientes.

Se sabe, en efecto, que en todos los *Palæocrinoides* que tienen tres basales desiguales, la línea que se dirige hacia el ano no pasa por el centro de la pequeña placa impar, sino por una de las suturas

que limitan esta placa, de manera que la deja siempre á la derecha; los Sres. Wachsmuth y Springer, que han descubierto esta ley, agregan que debe aplicarse á todos los *Palæocrinoides* cuya base está constituída como en el género precitado, mientras que en los *Blastoides*, que tienen también tres basales desiguales, esta misma placa queda situada á la izquierda.

Si ahora comparamos el género *Storthingocrinus* con los que componen la familia de los *Symbathocrinidæ* tal como ha sido comprendida por los Sres. Wachsmuth y Springer, veremos que el género en cuestión posee más afinidades con los *Pisocrinus* y *Triacrinus* que con los otros géneros *Symbathocrinus*, *Phimocrinus*, *Stylocrinus* y *Lageniocrinus*. Los primeros forman un grupo que se aproxima evidentemente á los *Haplocrinidæ*, mientras que los segundos se relacionan á los *Cupressocrinidæ*.

Cupressocrinus, sp. Goldfuss., 1836.

Este género, del cual en la actualidad no se conocen más que siete especies, parecia hasta ahora exclusivamente incluído en las pizarras de Calceolas, y sobre todo en las capas con *Crinoides* del nivel del *Stringocephalus Burtini*, es decir, en el devoniano medio de Eifel, de Westfalia y del Hartz. Recientemente, el Sr. Whidborne (1895, *Monogr. Rev. Faun. South. Engl.*, tomo XI, pág. 207) ha indicado la presencia de dos especies en Eifel (*C. crassus* y *C. Schlotheimi*), en el devoniano medio de Inglaterra (Wolborough y Lummaton). Algunos fragmentos encontrados entre los fósiles de Santa Lucía, nos demuestran que el área geográfica de este género era todavía más extensa y que varias especies pertenecientes á este grupo vivian en el mar devoniano del Norte de España.

Entre un número considerable de tallos y de algunas placas aisladas procedentes de la desagregación de cálices de encrinos, he encontrado una radial análoga á la que Schultze ha representado (lám. 1, fig. 2 *f.*) como perteneciente al *Cupressocrinus inflatus;* esta placa, aunque incompleta, posee, no obstante, caracteres que permiten determinarla genéricamente, y aun también compararla á las piezas del mismo orden de las diferentes especies conocidas. Es pentagonal, algo transversa, y se halla ornamentada exteriormente con crestas paralelas al borde, dispuestas concéntricamente. Estos ador-

nos, bastante frecuentes en los *Cupressocrinus*, se encuentran igualmente en el *C. crassus, abbreviatus* é *inflatus;* pero la radial en cuestión no parece pertenecer á la primera de estas especies, puesto que no tiene como ella su superficie externa convexa ó piramidal; tampoco es comparable á las radiales del *C. abbreviatus*, que son mucho más transversas y siempre más ó menos deprimidas en su base, siguiendo una línea que pasa por las suturas basilares. Parecería, por el contrario, más natural referirla al *C. inflatus;* en esta especie las placas calicinales tienen una ornamentación análoga á la que se ha

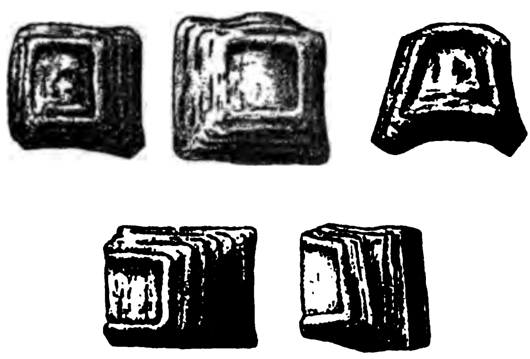


Fig. 4.—Tres placas braquiales de *Cupressocrinus*, vistas por el lado dorsal; dos de ellas vistas lateralmente.

señalado en el Schultze (lám. I, fig. 21); además, por el lado ventral la forma de la apófisis marginal y la disposición de la escotadura que sirve para el paso de los vasos sanguíneos y de los nervios, son del todo semejantes.

La presencia de una sola placa radial, para probar la existencia del género *Cupressocrinus*, sería evidentemente un carácter distintivo de poca importancia y que podría prestarse á la crítica; pero el hallazgo de artejos braquiales ha venido á confirmar esta hipótesis; por lo demás, éstos son siempre relativamente abundantes en un mismo individuo; son mucho más numerosos que los radiales, más gruesos que éstos, y, por consiguiente, menos frágiles. Estos artejos, vistos por su lado dorsal, tienen la forma de un rectángulo más ó

menos regular, unas veces transverso, otras prolongado, otras trapezoidal; están adornados por una serie de crestas pequeñas, paralelas á los bordes, generalmente rugosas y dispuestas de manera que, á veces, forman un relieve muy marcado, pero que no se pro-

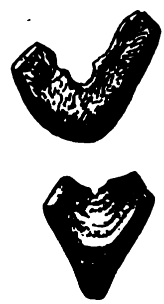


Fig. 5.—Placas braquiales de *Cupressocrinus*, en las que se ven las superficies de articulaciones vermiculadas; una de ellas tiene forma cónica.

longa ordinariamente en forma de punta saliente; carácter que no he encontrado más que en una sola placa (fig. 5). Ciertos artejos son más altos que anchos, y recuerdan los de *Cupressocrinus urogalli* (1),

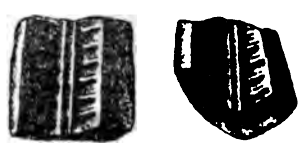


Fig. 6.—Placas braquiales de *Cupressocrinus*, vistas por el lado ventral.

que Rœmer ha descrito, equivocadamente, como una especie nueva y que no es más que una variedad de *C. abbreviatus*.

Otro de estos artejos, de forma cónica, representa evidentemente la pieza braquial terminal.

(1) Rœmer, *Hartz geh.*, *Dunk. et Mey. Pal.*, tomo III, pág. 9, pl. II, fig. 7.

Todas estas placas presentan por el costado intero ó ventral un profundo surco ampliamente abierto en forma de V, en cuyo fondo se encuentra un estrecho canal descubierto, provisto lateralmente de dos pequeñas quillas longitudinales. En los bordes de este surco se distingue una serie de crestas lineales dirigidas transversalmente

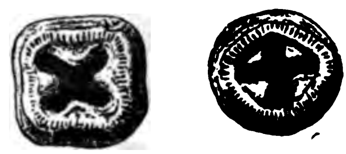


Fig. 7.—Artejos de un tallo de *Cupressocrinus.*

y separadas por depresiones muy marcadas. Pueden contarse de tres á siete á cada lado de una misma placa. Los bordes laterales, truncados oblicuamente, son lisos (fig. 6). Las superficies suturales su-



Fig. 8.—Fragmento de tallo de *Cupressocrinus.*

perior é inferior, son casi paralelas y están cubiertas de finas arrugas irregulares, donde se insertan las fibras musculares (fig. 5).

Casi todos estos artejos tienen sus dos lados desarrollados muy irregularmente, hallándose uno de ellos mucho más extendido que el otro; este carácter no se encuentra en ninguna de las especies representadas por Schultze.

Igualmente he podido distinguir, entre numerosos restos de tallos de encrinos, ciertos fragmentos ó anillos aislados que poseen carac-

teres que permiten referirlos con certeza al género *Cupressocrinus*.

Su forma es subcuadrangular; en el centro se ve un canal ancho, y tiene otras cuatro aberturas situadas en cada uno de los ángulos (fig. 7).

En fin, mencionaré un fragmento de tallo en el que se ve la inserción de los cirros, provistos de dos canales confluentes. Esta forma de tallo, con los caracteres que acabo de indicar, es muy rara en los crinoides, pudiendo decirse que sólo existe en los géneros *Taxocrinus* y *Cupressocrinus*.

Codiacrinus granulatus, Schultze.

(Lám. 3, fig. 8.)

1886.—*Codiacrinus granulatus*: 1886, Schultze, *Mon. Echin. des Eif. kalk.*, pág. 31, lám. III, fig. 9-9 *o*.

Cáliz pequeño, perfectamente regular, subglobuloso, un poco deprimido al nivel de la inserción de los brazos. Base dicíclica.

(Una fractura de la parte basilar ha hecho desaparecer las sub-basales, que debían ser en número de tres, y dos de las radiales.)

Basales 5, iguales, pentagonales, grandes, un poco más altas que anchas, con vértice axilar y tocándose todas lateralmente.

Radiales 1×5, igualmente grandes, pentagonales, y en contacto directo las unas con las otras, sin intermedio de ninguna placa interradial ó anal; su borde superior, recto ó ligeramente cóncavo, presenta en la parte media una profunda escotadura articular, ancha y redondeada, en la que se insertaba el brazo.

Los adornos del cáliz consisten en finas granulaciones y en crestas poco salientes, que dibujan en la superficie de las placas una red poco pronunciada de anchas mallas; estas crestas divergen desde el centro de cada basal, formando cinco radios perpendiculares á las líneas de sutura, de los que los dos superiores atraviesan las radiales y vienen á terminar en la base de los brazos.

La forma que acabo de describir no se halla representada entre los fósiles que he examinado, más que por un cáliz incompleto en su región dorsal. Este cáliz me parece que debe ser asimilado á los ejemplares figurados por Schultze bajo el nombre de *Codiacrinus granu-*

latus, del cual posee, por lo demás, todos los caracteres principales, tanto por el número, la forma y la disposición de las placas de los dos últimos ciclos, que son los que solamente he podido observar, cuanto por los adornos de la superficie; es, no obstante, algo más globoso en su parte superior que los ejemplares representados por este autor, y no recuerda tan propiamente la forma de «campana» ó de «cabeza de adormidera,» á las cuales él las compara.

El *Codiacrinus granulatus*, que ha servido de tipo á Schultze para crear el género *Codiacrinus* (1866), del cual es hasta ahora el solo representante, le era conocido solamente por tres ejemplares procedentes de Prün, y no me parece que desde esta época haya sido señalado en otros yacimientos. Este género curioso, principalmente caracterizado por su disposición rigurosamente regular y la ausencia absoluta de toda placa inter-radial ó anal, está constituido por tres sub-basales reunidas en pentágono: dos de ellas son anchas y exagonales; la tercera, pequeña y romboidal. A este primer ciclo sigue el de las basales, grandes, pentagonales, en contacto directo las unas con las otras y soportando el de las radiales, que, siendo igualmente grandes y tocándose lateralmente, llevan una escotadura articular provista de una perforación.

Schultze consideraba este género como próximo aliado del *Myrtillocrinus*, Sandberger, del cual le diferenciaba por el número de las sub-basales (3 en vez de 5), por sus basales pentagonales, y no exagonales como en este último género, y, en fin, por la forma simple del canal axial.

Zittel (1883) ha incluido el *Codiacrinus* en la familia *Gasteromidæ*, que comprende los géneros *Gasterocoma*, *Achradocrinus* y *Myrtillocrinus*, á continuación del cual se halla colocado, no sin algo de duda, bien justificada por su forma tan regular, entre géneros muy asimétricos.

Wachsmuth y Springer (1886, *Rev. part.*, tomo III), dejando en la familia de los *Gasteromidæ* el género *Myrtillocrinus*, que suponen con gran probabilidad inexactamente descrito, han separado de ella el *Codiacrinus* y *Achradocrinus*, pensando que la semejanza de estos dos géneros con el *Gasterocoma* es mucho más aparente que real, y los han considerado como muy próximos al *Cyathocrinus*, incluyéndolos en la tercera división de su gran familia de los *Cyatocrinidæ*, la de los *Cyathocrinites*, que comprende géneros con los brazos ramificados sin pínulas y que no tienen más que una sola placa anal. Se-

gún ellos, ésta habría sido absorbida por las radiales en el género *Codiacrinus*. Los brazos de la parte ventral son desconocidos.

Pentremitidea cf. Gilbertsoni, Eth. y Carp.

(Lám. 3, figs. 9 y 10.)

El yacimiento de Santa Lucía me ha proporcionado sólo una especie de esta forma; la determinación específica de este ejemplar no puede ser rigurosamente establecida, porque está destruída la parte basilar, y el vértice deformado por consecuencia de una compresión lateral.

Cáliz subpiramidal, de tamaño relativamente grande, con vértice convexo de sección pentagonal muy marcada, y claramente estrellada por consecuencia de los cinco ángulos entrantes, ampliamente abiertos, que separan las lobas salientes formadas por las radiales. El máximo de anchura se halla situado un poco antes del primer tercio superior del cáliz. Las radiales son muy grandes, largas, profundamente cortadas por el seno, que se extiende sobre un poco más de la mitad de su longitud; la base de estas placas presenta una quilla muy saliente á lo largo de la línea central, hasta el punto de encuentro del seno radial, donde avanzan formando un saliente anguloso; por debajo de este último, el contorno lateral del cáliz se halla excavado en curva cóncava. Seno radial muy estrecho, de lados rectilíneos, lenta y gradualmente convergentes. Ambulacros muy curvos y un poco deprimidos con relación á los bordes del seno; las placas ambulacrales se hallan desgastadas y no se distinguen más que en algunos sitios; en uno de los senos se percibe la placa en lanceta, que asoma entre los fragmentos de las placas ambulacrales y que no ocupa toda la anchura del seno.

Inter-radiales (deltoides) apenas visibles cerca del peristoma, en el punto de inserción de las radiales; suturas inter-radiales situadas en depresiones bien marcadas. Peristoma deprimido, boca estrecha, rodeada por espiráculos muy pequeños, entre los cuales avanza la cresta de los deltoides; sólo la abertura anal queda libre.

Por su vértice redondeado, esta forma pertenece, evidentemente, al grupo de los *P. Gilbertsoni* y *angulata;* pero es de mayor tamaño. Se distingue del *P. Gilbertsoni* por la menor longitud de sus senos

ambulacrales relativamente á la altura de las radiales, lo que aumenta mucho el máximo de amplitud del cáliz, y no le da, como á la especie comparada, ese aspecto demasiado pesado con relación á la base («top heavy»), señalado por Etheridge y Carpenter. Además, la forma estrellada del cáliz, visto por encima, está mucho más acusada por consecuencia de los ángulos entrantes inter-radiales y el saliente de las quillas radiales; en fin, los espiráculos están divididos por las crestas de los deltoides, mientras que en la otra especie están libres y forman alrededor de la boca pequeñas aberturas redondeadas.

Esta forma se distingue claramente del *P. angulata* por su sección pentagonal, mientras que en este último es redondeada, ó más bien



Fig. 9.—Sección perpendicular á una de las áreas, aumento $\frac{8}{1}$.

subdecagonal, por consecuencia de la disposición saliente de los ángulos inter-radiales; además, los ambulacros son menos largos, menos anchos, y la boca mucho más reducida.

Una sección perpendicular á una de las áreas (fig. 9) ha mostrado, con mucha claridad, los sacos hidrospirales, en número de 9 á cada lado; en este corte se ve la placa en lanceta, muy alta, y por cima de ella dos placas ambulacrales muy estrechas, acompañadas en sus costados por las placas suplementarias: la sutura que separa las placas ambulacrales de las placas suplementarias, se ha hecho visible por consecuencia del crucero del espato, cuya orientación es diferente en cada lado de la sutura; esta diferenciación es todavía más manifiesta cuando se examina una preparación en placa delgada, á la luz polarizada.

Pentremidea, sp.

(Lám. 3, figs. 11 y 12.)

Además de la especie precedente, he estudiado también otros dos ejemplares de pequeño tamaño, de determinación indecisa. Pertenecen evidentemente al grupo de los *P. lusitanica*, *eifelensis*, *Rœmeri*; pero no concuerdan exactamente con ninguna de estas especies; es posible que correspondan á la última, y que pertenezcan á individuos jóvenes que todavía no adquirieron los caracteres de los adultos. Es de presumir que estos individuos, como los de la forma precedentemente descrita, procedan de una capa perteneciente al devoniano medio.

Miden tan sólo 7 mm. de largo por 5 mm. de ancho: su forma es subpiramidal; su vértice, redondeado y ligeramente aplastado en la parte central; la base, alargada, se adelgaza rápidamente, tomando forma conoide de sección triangular. El máximo de amplitud del cáliz se halla á los dos tercios aproximadamente de la longitud total, es decir, en la extremidad distal de las áreas ambulacrales; en este punto la sección es pentagonal, con zonas ligeramente deprimidas entre los ángulos radiales. Basales estrechas, largas, casi tan altas como la mitad de la longitud del cáliz; radiales oblongas con algo de quilla en la línea mediana, sobre todo en la extremidad del seno ambulacral; éste se extiende hasta la mitad de las radiales, y aun algo más allá. Ambulacros muy estrechos, de anchura casi uniforme en todo su recorrido; placas ambulacrales, en número de 18 á 20, un poco salientes sobre el borde del seno, y cubriendo por completo la placa en lanceta. No se ven los poros á consecuencia del mal estado de conservación de los ejemplares, y lo mismo ocurre respecto á los caracteres que se deducen del modo de estar ornamentadas las placas ambulacrales; cuando éstas han desaparecido, se perciben dos ó tres grietas hidrospirales á cada lado de la placa en lanceta. Espiráculos agrupados estrechamente alrededor de la boca, que es pequeña y pentagonal; estos espiráculos son muy pequeños y se hallan obstruidos en parte por una cresta mediana, que no es otra cosa más que la sola porción aparente de la prolongación de las inter-radiales (deltoides). La abertura anal no presenta cresta y queda completa-

mente abierta. Placas adornadas con líneas de crecimiento paralelas á su contorno.

En la figura 10 se representa un corte perpendicular al eje, y situado hacia la parte distal de los ambulacros; en él se ve la sección de los sacos hidrospirales, en número de 10 ó 12, según una disposición simétrica que parece concordar con el plano bilateral. La placa en lanceta se conserva solamente en dos de las áreas ambulacrales.

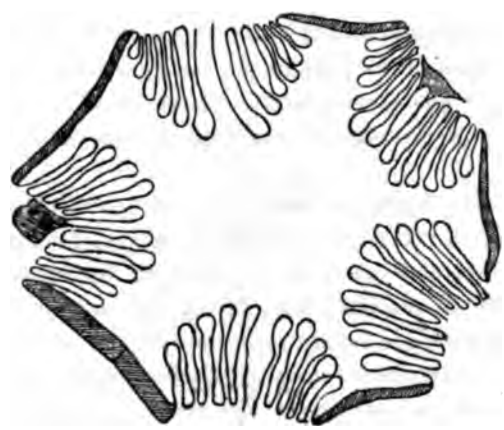


Fig. 10.—Sección perpendicular al eje, por la extremidad distal de las áreas ambulacrales, aumento $\frac{15}{1}$.

El espesor de las radiales varía según la dirección más ó menos oblicua del corte.

En esta forma el cáliz es mucho menos prolongado que en el *P. lusitanica*, y el ápice más redondeado é hinchado; los senos ambulacrales son más estrechos, de bordes casi paralelos, y descienden hasta la mitad de las radiales, á las cuales cortan más profundamente; estos caracteres bastan para distinguirla de la especie antes mencionada.

Con el nombre de *Pentremites eifelensis*, Schultze ha figurado dos ejemplares que posteriormente han sido considerados por Etheridge y Carpenter como representando dos especies distintas, para una de ellas, han conservado el nombre tipo, *P. eifelensis*, y á la otra la han

denominado *P. Rœmeri*. Me inclinaría á identificar la forma de que estoy tratanto con la primera, de la cual posee la mayor parte de los caracteres, si los espiráculos, ampliamente abiertos en el *P. eifelensis*, como también en el *P. Rœmeri*, no suministraran un carácter distintivo de cierta importancia.

En vista de estas dudas, y teniendo en cuenta el corto número de ejemplares de que he podido disponer, me ha parecido que era mejor, por el momento, describir y representar, sin darle nombre específico, esta pequeña forma, que, seguramente, más adelante se encontrará en mayor abundancia y mejor conservada.

Los blastoides parecen ser muy raros en Santa Lucía, puesto que entre los numerosos fósiles que se me han entregado no he podido encontrar más que tres ejemplares pertenecientes á este grupo. Su estudio me ha dejado algunas dudas, como acabo de decir, desde el punto de vista de la determinación específica, y por esto he recurrido á examinar simultáneamente un gran número de ejemplares de especies semejantes, pertenecientes á horizontes análogos y procedentes de los ricos yacimientos de Ferroñes y de Sabero, y he practicado cortes en muchos de ellos para darme cuenta de la organización tan complicada de este grupo. Naturalmente, me han servido de guía los trabajos de Rœmer, de Wachsmuth y Springer, de Hambach, y muy especialmente de Etheridge y Carpenter, cuya gran obra sobre los Blastoides no solamente suministra un excelente resumen de los trabajos anteriores, sino que también constituye una excelente monografía, sabia y muy completa. Aun cuando en los diversos estudios que se han hecho acerca de los blastoides se ha representado con figuras muy numerosas su constitución general, y particularmente la de las áreas ambulacrales, he buscado en vano un dibujo esquemático del conjunto. Rœmer había, es verdad, figurado un ejemplar en el cual las cinco áreas ambulacrales de un pentremites (*P. florealis*) mostraban, por consecuencia de un estado de desconchamiento más ó menos avanzado, la manera como están dispuestas las diferentes piezas que los constituyen ó que de ellos dependen; pero después de este trabajo, otros documentos más numerosos y ejemplares mejor conservados han suministrado indicaciones nuevas. En las 20 láminas del hermoso libro de Etheridge y Carpenter existen numerosas figuras que representan cortes ó fragmentos más ó menos alterados; reuniéndolas con el pensamiento, podremos ciertamente formarnos noción exacta de la estructura de un área ambula-

cral; pero en ninguna de ellas se encuentran agrupados á la vez todos los caracteres: así es que resulta bastante difícil darse cuenta de las relaciones de superposición ó de yuxtaposición de las diferentes piezas entre sí. En fin, una nota reciente de M. Steinmann (1) ha aportado nuevos documentos para el conocimiento de las áreas ambulacrales de los *Pentremitidæ*, dando á conocer la existencia de pequeñas placas que hasta aquí habían escapado á la observación. Por este motivo he tratado de reunir en una sola figura los diferentes caracteres de una zona ambulacral, tomada en la familia de los *Pentremitidæ*, y que participa más especialmente del género *Pentremitidea*, agregándole algunos caracteres observados en los *Pentremites*, á fin de dar una idea más completa de las piezas, en sus relaciones diversas entre sí. A este fin he dibujado una serie de zonas superpuestas que, según el estado de alteración más ó menos avanzado, muestran los diferentes aspectos bajo los cuales puede presentarse un área ambulacral, y al mismo tiempo una sección que pasa por la extremidad distal de aquélla y llega á la radial, con lo que se da á conocer la forma y la disposición de los sacos hidrospirales.

El área ambulacral, en el género *Pentremitidea*, se compone de una doble serie de placas independientes, dispuestas transversalmente con relación al eje del ambulacro, y que se designan bajo el nombre de placas ambulacrales ó de placas laterales (*pl*). Estas placas son de forma más ó menos alargada, según los géneros, y alternan dejando entre ellas sobre la línea mediana un surco en zig-zag (*sm, surco ambulacral central*); de este surco parten lateralmente surcos secundarios (*slx, surcos laterales*) un poco flexuosos, que corresponden á las suturas de las placas laterales, y cada uno de ellos va á parar á una pequeña cavidad. Cada placa tiene su superficie externa dispuesta en forma de caballete en toda su extensión, salvo en su extremidad distal, donde la arista se transforma en una depresión que termina en un poro (*p*). Cada poro está limitado posteriormente por una plaquita independiente de la placa lateral, y que se designa por los autores con el nombre de placa lateral externa ó placa suplementaria (*ps*). Las partes marginales de las placas laterales, dispuestas en talud y constituyendo el surco central y tam-

(1) Steinmann, *Ueber das Ambulacralfeld von Pentremites*. *Neues Jahrb. f. Min.*, 1894, t. II, págs. 79-85.

bién los surcos laterales, están adornadas con pequeñas nerviaciones oblicuas y alternantes.

Tal es el conjunto de caracteres que se observa frecuentemente en

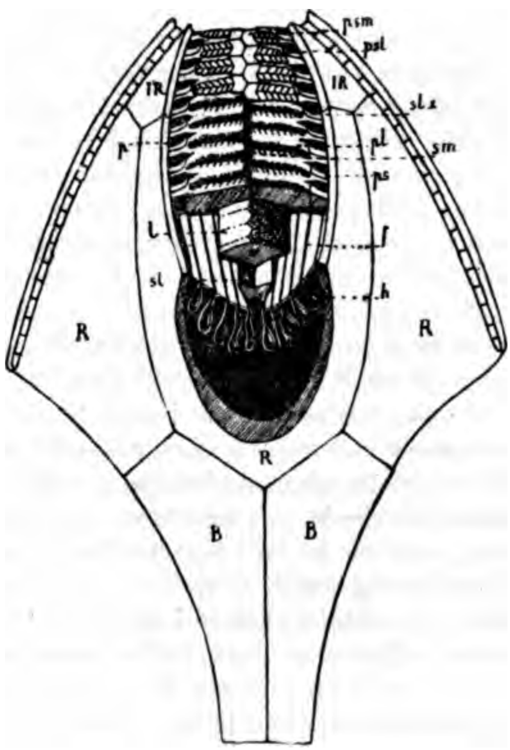


Fig. 11.—Representación esquemática de un *Pentremitida*.

B, basales; *R*, radiales; *IR*, inter-radiales ó deltoides; *psm*, placas de un surco central: *psl*, placas del surco lateral: *pl*, placas ambulacrales ó laterales; *ps*, placas suplementarias; *sm*, surco central; *slx*, uno de los surcos laterales; *p*, poro; *l*, lanceta; *sl*, sublanceta; *f*, una de las grietas de los sacos hidrospirales: *h*, sacos hidrospirales.

un área ambulacral: conjunto que puede mostrarse todavía más completo por consecuencia de la conservación excepcional de ciertos ejemplares. Así es que los Sres. Etheridge y Carpenter han descrito

un ejemplar de *Pentremites sulcatus*, en el que el surco central se halla normalmente cubierto por una doble serie de piececitas subpentagonales (*psm*) que alternan, y que forman sobre toda la longitud de este surco un aparato que lo cubre, análogo al que reviste los surcos ambulacrales de la bóveda de un *Cyathocrinus* ó de un *Platycrinus*. Además, Steinmann ha comprobado recientemente en un ejemplar perteneciente á una forma próxima al *Pentremites piryformis*, la existencia de una hilera doble de plaquitas alternantes que cubren cada uno de los surcos laterales (*psl*); este carácter, que sólo ha podido ser observado en un corto número de ejemplares provistos todavía de sus pínulas y cuidadosamente preparados, debe encontrarse en otros géneros, porque estas piezas concuerdan con las nerviaciones oblicuas que existen en todo el contorno de las placas laterales, y que se encuentran igualmente en un gran número de formas de blastoides.

Las placas alternas que forman la cubierta del surco ambulacral central (*psm*), y que he reproducido del dibujo de Etheridge y Carpenter, son mucho más grandes que las que Steinmann ha indicado como revistiendo los surcos laterales (*psl*); estas placas no corresponden á los pequeños surcos que irradian á la extremidad proximal de los surcos laterales de cada lado del surco central; y teniendo esto en cuenta, Steinmann ha emitido la hipótesis de que su tamaño, relativamente grande, puede ser debido á la soldadura de varias plaquitas primitivas, soldadura que se habría verificado durante el curso del desarrollo filogenético. Este carácter primordial se ha conservado, según este autor, en determinadas formas, y en particular en el *P. cf. Piryformis*, en el cual se encuentran las plaquitas muy pequeñas indicadas anteriormente como cubriendo el surco central.

Nuestra figura esquemática muestra, en la región apical, una serie de ocho placas laterales, en la que se observan todavía las piezas que cubren el surco central y los surcos laterales; otras ocho placas situadas debajo están desprovistas de estas piececitas, cuya conservación, como ya se ha dicho, es excepcional. Más abajo, en la misma figura, se da una sección de las placas laterales y de las placas poríferas, con la sutura que separa estas dos suertes de placas, y cuya existencia se manifiesta más claramente en los cortes, merced á la diferencia de orientación del crucero de la calcita.

En el género *Pentremitidea*, las placas laterales ó ambulacrales se tocan en la línea central, y descansan en su mayor parte sobre una

piececita (*l*), que se designa con el nombre de pieza en lanceta á causa de su forma; es necesario desprenderlas para que esta última aparezca al exterior, y esto suele ocurrir en la mayor parte de los ejemplares cuya conservación deja siempre más ó menos que desear. En ciertos géneros (*Pentremites, Mesoblastus*, etc.), las dos series de placas ambulacrales están separadas la una de la otra, dejando entre ellas un espacio libre que rellena la parte superior de la placa en lanceta: ésta se eleva entonces entre las placas ambulacrales formando una especie de cresta, en la cual se encuentran todavía el surco medio y el arranque de los surcos laterales. Esta pieza puede, á veces, ocupar más de un tercio de anchura del área ambulacral (*Pentremites pyriformis*). La línea de separación entre ella y las placas laterales es sinuosa y muy visible cuando los ejemplares están algo desgastados.

La pieza en lanceta, cuando se halla enteramente oculta por las placas ambulacrales (*Pentremitidea*, fig. 11, *l*), es ligeramente convexa en su parte superior, que conserva las huellas del lugar ocupado por estas últimas. Esta pieza se halla atravesada longitudinalmente, en su espesor, por un canal de sección circular (en ciertos géneros hay varios canales: por ejemplo, *Mesoblastus, Schizoblastus*); su cara inferior es aquillada y encaja en otra pieza situada debajo, llamada comunmente *sublanceta* (fig. 11, *sl*), y que en los cortes es frecuentemente muy difícil de distinguir de la lanceta propiamente dicha. He tratado de separar é individualizar estas dos piezas en la figura anterior, y de representar en perspectiva y en corte sus relaciones respectivas.

Todo este conjunto está encima de dos cámaras laterales muy rebajadas, cuyo suelo está formado por una laminilla muy delgada, plegada repetidas veces sobre sí misma, de manera que produce depresiones en forma de bolsas prolongadas y paralelas (*sacos hidrospirales*) (fig. 11, *h*), que se presentan en el fondo del área ambulacral formando una serie de grietas longitudinales rectilíneas (fig. 11, *f*). La laminilla que constituye el aparato hidrospiral se halla fija por una parte al borde libre de las radiales, y por la otra á la base de la sublanceta; forma, no obstante, una pieza independiente, porque he podido comprobar la existencia de una sutura que las separa claramente de la base bifurcada de la sublanceta, y de otra situada cerca del borde de la radial.

Las pínulas (que no se han representado en esta figura por demás

complicada) se insertan entre los poros; su superficie de articulación consiste en dos facetas, una de las cuales ocupa la placa lateral, y la otra la placa suplementaria.

Cryphæus Munieri, Œhlert.

(Lám. 3, fig. 14.)

1850.—*Cryphæus Calliteles Munieri*, de Verneuil (Von Green). B. S. G. F. 28, tomo VIII, pág. 164, lám. 1, fig. 3 *a b c*.
1877.—Œhlert. B. S. G. F., 3.ª serie, tomo V, pág. 528, lám. IX, fig. 3, 3 *a*.

El género *Cryphæus* se estableció por Green en 1837 para dos especies del devoniano medio de América, *C. Boothi* y *C. Calliteles;* de Verneuil refirió á esta última una forma procedente de España, de la cual hizo la descripción y dió varias figuras, sacadas de los ejemplares encontrados en Sabero. Al propio tiempo que hacía esta asimilación, de Verneuil indicaba la existencia de ligeras diferencias que podrían dar lugar á separar las dos formas, mientras que comparando la especie española con un *Cryphæus*, de la Sarthe encontraba completa identidad. Esta manera de ver me parece muy justificada, y por consiguiente, referiré al *C. Munieri* y no al *Calliteles*, un pigidio encontrado en Santa Lucía, muy semejante á los de Sabero representados por de Verneuil, y que es una de las formas más abundantes en el devoniano del macizo armoricano.

Las figuras dadas por de Verneuil, lo mismo que el pigidio de que acabo de hablar, no concuerdan con ninguna de las numerosas variedades representadas por MM. Hall y Clarke; el *C. Munieri* parece ser una especie que tiene caracteres fijos: así lo he podido comprobar examinando numerosos ejemplares. Recordaré aquí solamente los caracteres del *pygidium*, refiriéndome para lo demás á la descripción y á las figuras que he dado anteriormente.

Los anillos del eje central pueden llegar hasta el número de 14, y los de las pleuras al de 6, de los cuales el último está poco marcado; los cinco primeros están profundamente surcados por una ranura que los divide en dos partes iguales, y que se interrumpe bruscamente en el limbo; éste se halla bien desarrollado, ligeramente

hinchado, con espinas laterales bastante largas y falciformes; la espina central, ancha en su base y puntiaguda en su extremidad, no rebasa las espinas laterales. Toda la superficie se halla cubierta de una granulación muy fina.

Las numerosas variedades que MM. Hall y Clarke han descrito y representado con el nombre de *C. Boothi* y *Calliteles*, á las cuales pudieran haber reunido en rigor, según el mismo método é igualmente á título de variedades: *C. Barrisi*, *C. Plione*, *C. Comis* (Hall), demuestran cuán múltiples pueden ser las modificaciones en esta forma.

Aplicando el mismo procedimiento á las especies del devoniano del O. de Francia y de España, y con el auxilio de materiales bien elegidos, pudiera igualmente llegarse á la conclusión de que, todas las especies de *Cryphœus* de la misma procedencia, no siendo más que variaciones de una forma común inicial, deben reunirse bajo un mismo nombre.

Pienso, en efecto, que todas ellas no son más que manifestaciones diversas y múltiples de un tipo muy *maleable*, y creo que no solamente se las podría reunir bajo una sola designación, sino que también se las podría agregar un cierto número de formas de América y de Alemania. No obstante, como no es posible apreciar exactamente el valor zoológico de ciertos órganos, cuya importancia no puede medirse por su tamaño, y cuyo objeto, ya ontogénico, ya filogenético, es desconocido, creo que es preferible, por lo menos temporalmente, separar estas formas, que se encuentran localizadas en determinados niveles, de los cuales son características. Un conocimiento más profundo de estos caracteres, basado en el estudio del desarrollo del individuo y de la raza, podrá solamente demostrar, más adelante, cuál ha de ser el agrupamiento más prudente que se debe adoptar, para reunir aquellas formas que, por un análisis minucioso, estuvieran ya de antemano separadas.

Cryphæus sublanciniatus, De Vern.

(Lám. 3, fig. 15.)

1850.—*Dalmania sublaciniata*, De Vern., Réun. Mans B. S. G. F., 2.ª serie, tomo, VII, pág. 778.
1853. — — Guéranger, *Essai Répert. Paleontol.*, *S. arthe*, pág. IX.
1856.—*Dalmanites* — De Verneuil et Barrande, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo XII, pág. 999, lám. XXVIII, fig. 2, 2*a*, 2*b*.

Esta especie ha sido indicada primeramente en el devoniano inferior de la Sarthe; también debe existir, según De Verneuil, en los otros yacimientos de la misma edad del O. de Francia; más tarde, De Verneuil y Barrande la encontraron entre los fósiles devonianos de alrededores de Almadén, y dieron una descripción, con figuras, de los ejemplares de esta localidad, á los cuales agregaron un individuo procedente de la Sarthe. Debe observarse que el *pygidium* y la cabeza se han encontrado siempre aislados, y que estas dos partes del cuerpo, figuradas en el trabajo antes citado, proceden de localidades diferentes. Siendo dudosa la atribución de estos fragmentos á una misma especie, me servirán de base para su descripción los caracteres del *pygidium*, que, por otra parte, ha sido el que se ha descrito primeramente. Siendo los más notables la forma de las espinas laterales y la ausencia de punta axial, cuyo lugar se halla ocupado por un ancho espacio que separa las dos últimas espinas laterales, y afecta forma de limbo.

A estas particularidades, que he encontrado igualmente en un *pygidium* de pequeño tamaño que pertenece evidentemente al *C. Sublanciniatus*, hay que agregar otros caracteres: el *pygidium* es relativamente corto, y en su eje central se cuentan de doce á catorce anillos, y nueve en las partes laterales. Sobre la prolongación inmediata de las cinco primeras pleuras, se encuentran espinas bastante desarrolladas. Estas cinco primeras pleuras se hallan separadas por un profundo surco que las divide longitudinalmente, según toda su extensión, hasta el nacimiento de la espina: no obstante, este ca-

rácter se debilita un poco en la quinta pleura para desaparecer inmediatamente en las cuatro últimas, las que, aun cuando todavía bien manifiestas, son cada vez más reducidas y rudimentarias. La porción comprendida entre las dos últimas espinas laterales forma una especie de limbo ligeramente puntiagudo en la dirección del eje, y representa indudablemente una espina central confundida con las espinas laterales, atrofiadas y anquilosadas, de las cuatro últimas pleuras. La superficie del *pygidium* está cubierta totalmente por una fina granulación; sobre el eje existe un ensanchamiento noduloso, poco perceptible, situado en el medio de cada anillo.

Las diferencias que pueden encontrarse entre los caracteres indicados y los que constan, ya en la descripción de De Verneuil y Barrande, ya en las figuras representadas por estos autores, dependen evidentemente, en parte, del estado de conservación de los ejemplares (el nuestro tiene el carapacho bien conservado, salvo en la extremidad de algunas espinas), y en parte de las variaciones individuales. Las figuras que MM. Hall y Clarke han dado del *Cryphœus Boothi* y de su variedad *Calliteles*, aun cuando no se adopte su manera de ver sobre la gran extensión que atribuyen á estos términos, demuestran cuánto pueden variar ciertos caracteres secundarios.

La desaparición de la espina central, ó por lo menos su estado rudimentario, es en cierta manera una excepción en los *Cryphœus;* no ha sido señalada más que en dos especies: *C. sublaciniatus* y *C. punctatus*, Stein (=*C. arachnoides*, Hœningh,); es de observar, en efecto, que la existencia de una espina única situada en la prolongación del eje, es un carácter que aparece desde el siluriano, y que con frecuencia se halla muy desarrollado en todo un grupo de *Dalmanites*. En cuanto á las espinas laterales, hasta ahora parecen propias de las especies devonianas: son las que han aparecido más tarde, y es de creer que sean las más persistentes. En efecto: en cierto número de subgéneros, su número y su tamaño van en aumento, mientras que la punta central tiende á desaparecer; tales son los subgéneros *Odontocephalus*, que no posee más que dos espinas postero-laterales, *Coronura* y *Cryphina*, cuyo número de espinas laterales aumenta á medida que las pleuras del *pygidium* se multiplican, mientras que el *C. sublacinatus* es un tipo de transición cuya espina central tiende á desaparecer, y en el cual se prevee, hasta cierto punto, según el aspecto de las pleuras, la aparición de espinas laterales cada vez más numerosas.

Si se examina la distribución vertical y horizontal del género *Cryphæus*, lo que primeramente llama la atención es un hecho localizado particularmente en el Coblenciense y el Eifeliense; caracteriza, en efecto, las hiladas de esta edad en la región del Rin, y se encuentra igualmente en los depósitos de facies herciniense del Hartz. En cambio, no ha sido indicado en Bohemia, en las hiladas devonianas superiores á E. En las Ardenas no se han encontrado *Cryphæus*, y en Inglaterra este grupo no está representado más que por una sola especie, citada y figurada por Salter, y que parece ser sumamente rara. En el O. de Francia, por el contrario, desde el nivel de la arenisca con *Orthis Monnieri*, los *Cryphæus* son abundantes, lo mismo que en las capas con *A. undata*, mientras que son cada vez más raros en las capas con *Sp. Decheni* (=caliza de Erbray), y en la zona con *Phacops Potieri* (=grauvaca de Hierges). En el devoniano de España y en el del Bósforo, vuelve á encontrarse igualmente el género *Cryphæus*. En América, el género *Dalmanites* pasa sin gran modificación desde el siluriano al devoniano; pero desde la base del Coblenciense (Oriskany) se ven aparecer simultáneamente con él otros tipos relacionados al mismo en concepto de subgénero, y del cual derivan evidentemente. Entre éstos, los *Cryphæus* son los últimos que han aparecido y los que persisten más largo tiempo (parte alta del Coblenciense); alcanzan su mayor desarrollo en el grupo de Hamilton, particularmente en el nivel de las pizarras de Hamilton, donde los otros subgéneros de *Dalmanites* no existen, y donde este género se halla representado solamente por una especie. En fin, todavía en la caliza de Tully, es decir, al nivel del Giveliense, se encuentra un último superviviente de esta serie.

Según estos hechos, se ve que el género *Cryphæus* se halla más especialmente localizado en las capas coblencienses del Rin y del Hartz, así como en las del O. de Francia, de España y del Bósforo (estas tres últimas muy semejantes bajo diversos puntos de vista), mientras que en América su aparición ha sido más tardía y su extinción menos rápida.

Cryphaeus (Malladaia) **Luciae**, nov. sp.

(Lám. 3, figs. 16 á 23.)

Otra forma, que pertenece como la precedente al grupo *Dalmanites*, está representada por un cierto número de *pygidiums* y de cabezas aisladas y por un individuo arrollado, incompleto; me hubiera sido difícil establecer las relaciones que existen entre estos fragmentos, á no haberme sacado de dudas un ejemplar que muestra en su lugar la extremidad del *pygidium* unida al reverso de una cabeza, que es como se presenta en los ejemplares arrollados. Los caracteres que á primera vista llaman la atención en esta especie, son: la granulación muy acusada que cubre toda la glabela, y la forma del *pygidium*. Además, se observa que las tres lobas laterales, tan distintamente señaladas en los *Dalmanites* típicos, están en éste muy desigualmente desarrolladas; mientras que en los dos pares anteriores son grandes y salientes, en el tercer par, al contrario, se hallan reducidas á un pequeño relieve poco aparente, que se hace apenas visible en ciertos individuos en los cuales desaparece casi enteramente en el surco occipital. El género *Dalmania*, creado por Emmrich en 1845 y transformado en *Dalmanites* por Barrande en 1885, por razón de sinonimia, sirvió primeramente para distinguir de los *Phacops* las formas provistas de lobas laterales muy acusadas; además, Barrande indicó como particularidades en estas formas: el contorno aguzado de las puntas genales; la extremidad de las pleuras, que terminan, generalmente, en puntas agudas; el mayor número de segmentos del *pygidium* (este último es más ó menos alargado, jamás transverso, y en ocasiones provisto de una punta caudal); en fin, la sutura facial que contornea la loba frontal queda siempre visible en la cara dorsal. Este mismo autor, por el examen de las especies recogidas en Bohemia y estudiadas por él, reconoció que estos caracteres diferenciales no eran absolutamente fijos y que podían modificarse afectando ciertas convergencias hacia los *Phacops*. Las numerosas especies encontradas á partir de esta época en el siluriano, y sobre todo en el devoniano, han demostrado que estas modificaciones pueden ser numerosas y alcanzar importancia bastante para permitir el establecimiento de subdivisiones. Basta recordar los caracteres deducidos de

la presencia de denticulaciones más ó menos pronunciadas alrededor del escudo cefálico (*Chasmops*, *Corycephalus*, *Odontocephalus*); de la de un largo prolongamiento espiniforme en la parte anterior (*Probolium*), ó también la existencia de espinas más ó menos numerosas alrededor del *pygidium* (*Cryphæus*, *Coronura*). A estos caracteres, cuyo valor genérico puede ser apreciado diferentemente, hay que agregar otras modificaciones más importantes deducidas de la fusión de las lobas laterales. Los recientes trabajos de M. Beecher han demostrado, en efecto, que la pentamerización del cefalon, tan acusada en la menor edad, tiende á borrarse y aun á desaparecer en los individuos más desarrollados; este carácter tiene, pues, una importancia real, y puede servir, cuando ya es fijo en determinadas formas, para establecer grupos naturales. Tales son los *Dalmanites* típicos, *sensu stricto* (=*Hausmannia*, Hall y Clarke), en los cuales las lobas laterales, que corresponden al segundo, tercero y cuarto segmentos cefálicos, se hallan siempre bien desarrolladas y muy claramente diferenciadas; los *Chasmops*, en los cuales las dos primeras lobas, anterior y media, se hacen coalescentes, mientras que la última queda rudimentaria; el género *Monorakos*, en el cual la fusión de las tres lobas es completa, de suerte que no existe más que una sola loba lateral.

La especie de Santa Lucía no entra en ninguna de las subdivisiones establecidas hasta ahora; pero participa de varias de ellas, y su principal interés estriba en que demuestra en este grupo de *Dalmanitidæ* la movilidad de ciertos caracteres, que tan pronto se desarrollan con exageración, como desaparecen completamente, estableciendo así lazos de unión entre las diversas formas.

Dedico esta nueva forma al Sr. Mallada.

Malladaia, nov. subgenerus.

Este subgénero está caracterizado por la forma ojival de su cabeza, la ausencia casi completa de la tercera loba lateral, la pequeñez relativa de los ojos, la granulación muy marcada de todo el céfalo tórax. Las puntas genales son muy cortas. El tórax tiene once segmentos, y las extremidades de las pleuras son redondeadas y se dirigen hacia adelante. En el *pygidium* se cuentan igualmente once segmentos en el eje central y seis ó siete en las partes laterales; su con-

torno es liso, bien determinado, con muy ligeras ondulaciones en los bordes que corresponden á los segmentos laterales, é indican así una tendencia á la formación de espinas que no han llegado á desarrollarse. La extremidad caudal se prolonga formando una pequeña punta.

Si comparamos esta forma con los diferentes tipos subgenéricos de *Dalmanites* y con los *Phacops*, veremos que tiene caracteres que la aproximan alternativamente á estos diferentes grupos. Su granulación particular, tan acusada en la glabela, es excepcional en los *Dalmanites*, y recuerda, por el contrario, la ornamentación de ciertos *Phacops;* la pequeñez de las puntas genales y la terminación redondeada de las pleuras, constituyen también caracteres relativamente raros en los *Dalmanites*, y, por el contrario, habituales en los *Phacops*. La cabeza, por su contorno y sus caracteres generales, es, sin género de duda, la de un *Dalmanites;* pero el tener la tercera loba lateral abortada le separa de este género, *sensu stricto*, y le aproximaría al subgénero *Chasmops* si las lobas anteriores y medias, por su desarrollo y su individualidad muy marcada, no le separaran. En cuanto al *pygidium*, por su alargamiento, sus segmentos numerosos, etc., concuerda con los de los *Dalmanites* típicos del siluriano; pero no posee más que de una manera atenuada los caracteres que ordinariamente diferencian á los *Dalmanites* devonianos; por sus espinas apenas indicadas á cada lado del *pygidium*, forma un tránsito á los *Cryphæus*. Sólo conozco esta forma por trozos aislados; no obstante, el examen de los ejemplares dibujados y los que he estudiado, me han permitido reconstituir, esquemáticamente, el conjunto de este tipo, cuyos caracteres más salientes se representan en la figura adjunta.

Malladaia Luciæ, nov. sp.—Céfalo-tórax prominente, de contorno parabólico envuelto por un limbo en forma de cordoncillo continuo, bastante estrecho en el frente, más ensanchado en los costados, y circunscrito en el lado interno por un surco bastante ancho, de fondo redondeado. Contorno interno de la cabeza rectilíneo, hasta la inmediación de los ángulos genales, que se prolongan en dos puntas muy cortas. Glabela con una loba frontal muy dilatada, cuyo máximo de amplitud se encuentra hacia la mitad de su altura; desde este punto los surcos dorsales convergen hacia atrás, formando entre sí un ángulo muy abierto; después, cuando llegan á los dos tercios del céfalo-tórax, se dirigen bruscamente hacia la parte posterior y van á unirse al anillo occipital formando dos surcos paralelos rectilíneos, entre los

cuales se encuentra una porción saliente perfectamente limitada. Inmediatas al borde de estos surcos se encuentran, directamente superpuestas la una á la otra, las dos lobas anterior y media bajo la forma de gruesos tubérculos redondeados, mientras que la tercera loba, rudimentaria, casi nula, se halla reducida á un pequeño relieve muy poco aparente. La sutura no ofrece nada de particular; sus ramas van á terminar un poco hacia atrás del ojo.

Los ojos, bastante pequeños, no están separados del surco posterior del carrillo más que por un estrecho intervalo, hinchado longi-



Fig. 12.—Figura esquemática de *Malladaia Luciæ.*

tudinalmente en forma de segmento. La loba palpebral es aplastada en su parte superior, y crescentiforme. Facetas oculares bastante separadas las unas de las otras, sin que, por lo general, su número exceda de cuatro, por filas verticales. Carrillos movibles, formando un talud de rápida pendiente. En el tórax no hay carácter particular que merezca consignarse, salvo el que las extremidades de las pleuras son redondeadas y se dirigen hacia adelante. El *pygidium*, muy prominente, es de forma prolongada, con bordes laterales que convergen rápidamente hacia la extremidad posterior, que se termina en una breve punta; se halla envuelto por un limbo generalmente hin-

chado y bien limitado, cuyo borde presenta ligeras ondulaciones ó dentelladuras, apenas visibles, las cuales corresponden al número de los segmentos laterales. El eje central se termina muy cerca del borde, por una extremidad redondeada; este eje, así como también las pleuras, tiene una especie de quilla longitudinal formada por una serie de nódulos más ó menos acentuados, que jalonan cada segmento. Toda la superficie del carapacho está cubierta de una granulación muy fina y muy apretada, á la cual se agregan, sobre la glabela, otros tubérculos grandes y redondos más ó menos espaciados, y que, á su vez, se hallan cubiertos por la fina granulación del resto de la superficie. Los tubérculos grandes, que siempre son visibles en el vaciado interno, ocupan la parte ancha de la loba frontal y también su prolongación hacia atrás, donde se encuentran dispuestos con cierta regularidad; faltan en los surcos dorsales y laterales y vuelven á encontrarse en las lobas laterales, en número de 8 á 10 sobre cada loba, pero son algo menores que los de la loba frontal; en fin, existen también, aunque mucho más pequeños y separados, alrededor de los ojos, en los carrillos móviles, mientras que el limbo sólo ofrece la fina granulación del resto del cuerpo.

Phacops potieri, Bayle.

1850.—*Phacops latifrons*, de Verneuil (Non Bronn). B. S. G. F., 2.ª ser., tomo VII, pág. 167, lám. III, figs. 1 y 2.
1850. — — de Verneuil, ibid., pág. 778.
1878. — *potieri*, Bayle, *Expl. Cart. geol. Fr.*, Atlas, lám. IV, figuras 7 y 10.
1882. — *latifrons*, Barrois, *Ter. anciens Asturies*, pág. 284.
1887. — *potieri*, Œhlert, *Ann. Sc. Zool.*, tomo XXIX, pág. 4, lám. I, figs. 1-7.

Esta especie parece ser bastante abundante en el yacimiento que estamos estudiando, á juzgar por los numerosos fragmentos que he visto; desgraciadamente se hallan demasiado incompletos y mal conservados para prestarse á un estudio riguroso de los caracteres. Sea como quiera, puede identificarse esta forma con la que en el macizo armoricano ocupa un nivel superior á la caliza con *A. undata*, y que es un equivalente de la grauvaca de Hierges; constituye así un nuevo lazo de unión entre las faunas devonianas, tan semejantes, de España

y del macizo armoricano. De Verneuil había también insistido acerca de la identidad de los ejemplares de la Sarthe con los de España, que él consideraba como una variedad del *P. latifrons*. Por lo demás, estos hechos no han pasado inadvertidos para los autores, que, al propio tiempo que los señalaban, han conservado unas veces á esta especie el nombre de *P. latifrons*, y otras han hecho una variedad aparte con el nombre de *P. occitanicus*. Al estudio que he hecho de esta forma en 1887, agregaré solamente que en Bohemia pueden hallarse otras semejantes y que, sin duda alguna, la representan, pero no se encuentra ninguna forma idéntica [1].

Cytherella cf. Subfusiformis, Sandb., sp.

(Lám. 3, fig. 13.)

1855.—Sandberger, Verstein. Nassau, pág. 5, lám. 1, fig. 3.

Carapacho alargado, extremadamente pequeño, muy inequivalvo, de forma semejante á un grano de habichuela minúscula redondeada en cada una de sus extremidades. Parte anterior más estrecha que la posterior; borde dorsal casi recto, un poco cóncavo hacia la parte delantera; contorno ventral convexo con su máximo de anchura hacia el primer tercio posterior del carapacho. Valvas débilmente convexas, lisas y muy desiguales: la derecha, que es con gran exceso la mayor, rebasa todo el contorno de la valva izquierda. No he podido comprobar ningún vestigio ocular.

No habiendo podido disponer más que de un solo ejemplar de esta pequeña especie, no me atrevo á darle un nombre nuevo, aun cuando en algunos detalles difiere de las figuras dadas por Sandberger, á no ser que los dibujos de éstas, como parece muy probable, no sean del todo precisos. El contorno de estas figuras, en tamaño natural, está conforme en absoluto con el de nuestro ejemplar, mientras que hay una en aumento que difiere por su forma ovalada mucho más regular; al mismo tiempo la valva derecha se indica rebasando sola-

(1) Novak, 1890, *Vergl. Stud. an Trilob. Pal. Abhandl. N. Folge, Band*, tomo I, pág. 27.

mente el costado ventral. En cuanto al pequeño punto ocular que en ella se representa, no he visto nada que se le asemeje en nuestro ejemplar.

La especie de Sandberger procede de las capas con *Stringocephalus* de Bensberg, cerca de Kolm, y también de las de Gerolstein, en Eifel.

Spirorbis lusitanica, nov. sp.

(Lám. 4, fig. 1.)

Concha de gran tamaño, en espiral, compuesta de una vuelta y media á dos, arrolladas aproximadamente en el mismo plano, subcilíndricas y aplastadas por el lado adherente. Boca redonda. Estrías de crecimiento, finas, apretadas, irregulares y muy flexuosas.

Se distingue esta especie del *Sp. omphalodes*, Goldf., que de Verneuil y Barrois han indicado en diferentes niveles del devoniano de España, por su tamaño mucho mayor á consecuencia del gran desarrollo de la última vuelta; las costillas de crecimiento son también más numerosas, siempre bien visibles y flexuosas.

Sp. armonia, Goldf., es una pequeña forma que también se encuentra en los mismos niveles, pero que tiene laminillas de crecimiento muy distintas, muy separadas las unas de las otras, dándola un aspecto como anillado, y en la cual el crecimiento de las vueltas se verifica regularmente.

Sp. lusitanica es una especie mayor que la *Sp. intermedia*, Œhl., del devoniano inferior del O.; además, en esta última el ombligo está ampliamente abierto, y deja ver en parte la primera vuelta; las laminillas de crecimiento son salientes, imbricadas y nada flexuosas.

Spirorbis ornata, nov. sp.

(Lám. 4, fig. 2 y 3.)

Concha de menor tamaño que la precedente, con el mismo modo de arrollamiento, pero con vueltas algo más numerosas (por lo menos tres); estas vueltas, igualmente redondeadas, dejan entre sí, por

la parte opuesta á la superficie de adherencia, una cavidad infundibuliforme.

Boca redonda. El carácter que más particulariza á esta especie es su ornamentación, constituida por líneas de crecimiento que forman pequeños relieves redondeados, filiformes, muy sinuosos, distribuidos con irregularidad, bastantes distantes los unos de los otros, y atravesados por multitud de costillas muy finas longitudinales subrectilíneas, hasta tal punto próximas unas á otras que casi se tocan; se ven principalmente en los intervalos que separan los relieves transversales. Conozco de esta especie dos ejemplares solamente.

La manera de estar ornamentada impide confundirla con el *Sp. ammonia*, Goldf., y el *Sp. lirata*, Sandberger.

No he encontrado ningún fragmento que indique la presencia de cefalópodos; y lo mismo hubiera acontecido con los pterópodos, si entre unos fragmentos de roca no hubiera visto un pedacito de arenisca ferruginosa que contiene en gran cantidad jacillas externas de *tentaculites*. Este fragmento, que además contiene un *pygidium* de *Homalonotus*, indica evidentemente un nivel aparte, quizás equivalente al de la arenisca de Furada que M. Barrois ha descubierto en Asturias y que incluye en la base del devoniano.

En cuanto á los gastrópodos, no se hallan representados más que por ejemplares casi todos indeterminables. Citaré entre ellos un resto de *Murchisonia*, que pertenece, por la forma angulosa de sus vueltas de espira y por su faja del seno, estrecha y situada en la parte alta de éstas, al grupo de los *Goniostropha;* varios *Platyceras* próximos al *P. naticoides;* además otra forma que referiré al *P. compressus*, y, en fin, un *Agnesia*.

Platyceras compressus, Goldfuss.

Esta forma se halla caracterizada claramente por su espira corta y deprimida, reducida á una vuelta y media aproximadamente, y por la dilatación gradual de su última vuelta, que se termina por una boca ancha, situada particularmente en el borde posterior, y cinco ó seis veces más alta que el resto de la vuelta. Esta última, arrollada casi en un plano, está aquillada un poco por debajo del

medio de la parte dorsal. De Verneuil y M. Barrois habían ya indicado la presencia de esta especie en España, en las capas devonianas de Gudalperal y en la caliza de Moniello.

El tipo procede de Eifel, donde el autor la cita como rara.

Agnesia Chaperi, n. sp.

(Lám. 4, fig. 4.)

Concha pequeña, subdiscoide, de arrollamiento inverso, compuesta de cuatro vueltas de espira que se cubren muy poco y separadas por una sutura profunda. La faja del seno, limitada por dos quillas delgadas, es estrecha y está situada en la parte superior de la última vuelta, donde por lo demás aparece poco visible. Boca subcircular, ligeramente transversa. La ornamentación consiste en pequeños cordoncillos filiformes, de desigual grueso paralelos á la faja del seno. Esta clase de ornamentación, al propio tiempo que la brevedad de la espira, que apenas se percibe por encima de la última vuelta, no permite referirla á ninguna de las especies conocidas.

Las especies carboníferas, una de las cuales ha servido de tipo á Koninck para formar el género *Agnesia* (1883 = *A. acuta*, Phillips), tienen la espira mucho más alargada que la forma española, á excepción de *A. Ryckholtiana*, de Koninck, y aun ésta se distingue fácilmente por su amplio oblingo y por su ornamentación análoga á la de sus congéneres del carbonífero, y que consiste en pequellas costillas muy oblicuas, que forman un ángulo agudo con la faja del seno. En cuanto á las Pleunotomarias de arrollamiento inverso del Devoniano de Villmar, descritas por los hermanos Sandberger, y que forman parte del género *Agnesia*, están muy distantes de la forma de Santa Lucía, pues son ya conoides, ya turriculadas, y, en todos los casos, muy diferentes por su ornamentación de la especie en cuestión.

Tanto los *Pelypodos* como los *Gastrópodos* están representados por ejemplares poco numerosos y poco interesantes; indicaré, por lo pronto, algunas formas pertenecientes muy probablemente al género *Nucula*.

La carencia completa de datos acerca de sus caracteres internos, y el reducido número de ejemplares, no me han permitido llegar á una determinación específica.

Mediomorpha? compressa, Goldf.?

(Lám. 4, fig. 5.)

Con mucha duda, tanto desde el punto de vista genérico como desde el específico, menciono esta especie, de la cual sólo poseo un ejemplar; sus caracteres internos no pueden observarse: por su forma general externa recuerda ciertas *Modiomorpha*, y específicamente ofrece semejanzas con una forma de Eifel que Goldfuss ha descrito y representado bajo el nombre de *Cardinia Compressa (Petref.*, pág. 208, lám. 159, fig. 16). Mi propósito ha sido, principalmente, dar una figura de esta forma, que otros investigadores podrán también encontrar en yacimientos análogos, con más abundancia y en mejor estado de conservación, lo cual permitirá llegar á una determinación más precisa.

Conocardium, sp.

Una sola especie de *Conocardium* se encuentra representada por un cierto número de ejemplares, todos ellos más ó menos defectuosos y deformados, y en los cuales los adornos exteriores, que hubieran podido contribuir á la determinación, se hallan muy desgastados. Su aspecto recuerda, como forma general, el *C. reflexum*, Zeiller; *C. Marsi*, Œhl., y *C. cuneatum*, Hall. En todo caso no puede ser asimilada al *C. clathratum*, d' Arch. y de Vern., por consecuencia de la compresión de la parte anterior de las valvas, que es abrupta, mientras la parte central es redondeada, hinchada y se une suavemente á la prolongación posterior.

Paracyclas proavia, Goldf. sp.

1840.—*Lucina proavia*, Goldfuss, *Petref. Germ.*, pág. 226, lám. 146, fig. 6.
1842. — — d'Archiac y de Verneuil, *Fos. Rhen. Prov.*, pág. 375, lám. XXXVIII, fig. 1.
1844. — — Rœmer, *Rhein. Uebergang*, pág. 78.
1846. — — Keyserling, *Geog. Beobacht, Petschora Land.*, página 256, lám. X, fig. 18.
1847. — — de Verneuil, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo IV, pág. 695.
1853. — — Steininger, *Geog. Beschr. Eifel*, pág. 53.
1860. — — Eichwald, *Leth Roesica*, tomo I, pág, 1.021.
1878. — — Stuckenberg, pág. 176.
1886. — — Wenjukoff, *Fauna dev. Syst. nordwertu, cent.:* Rusland, pág. 172.
1887. — — Tschernyschew, *Fauna d. Devon d. Urals*, pág. 52-lám. VI, figs. 13 y 14.

Bajo el nombre de *Lucina proavia*, Goldfuss ha representado una especie de la caliza devoniana de Eifel, que ha sido después estudiada de nuevo por varios autores, tanto desde el punto de vista específico, como desde el genérico; comenzaré por observar que el ejemplar tipo de Goldfuss parece ser un individuo excepcional, y que evidentemente no representa la forma más común de esta especie, por lo demás algo variable: la escotadura antero-cardinal es con frecuencia menos profunda, el relieve de las valvas más acentuado, y la longitud excede á veces la altura de las valvas, sin que no obstante llegue á exagerarse, como en la *Lucina Dufrenoyi*, d'Archiac y de Verneuil.

El único ejemplar de que dispongo es un vaciado interno, que con toda seguridad refiero á la especie de Goldfuss, observando, no obstante, que nuestro ejemplar, menos hinchado que la mayor parte de los que figuran en las colecciones, se aproxima bajo este concepto al tipo; pero se halla menos claramente escotado anteriormente, y su diámetro longitudinal es más alargado.

Aun cuando los caracteres internos de esta especie sean desconocidos, la separaré del género *Lucina sensu stricto*, que no tiene representante en los terrenos paleozóicos, para incluirla, con los autores modernos, dentro del género *Paracyclas*, Hall, cuyo tipo, *P. elliptica*, no parece ser en América más que una forma representante de la especie del antiguo continente.

En España no se había indicado todavía la presencia de esta especie tan característica del devoniano medio. En la *Ardenne*, M. Gosselet [1] la cita exclusivamente en el Eifeliense y en el Giveliense. M. Schulz, en su estudio sobre la cuenca devoniana de Hillesheim [2], indica que existe en tres niveles en el devoniano medio de esta región: primeramente en la parte alta de las pizarras con Calceolas, en la caliza de Braquiópodos; después encima de las pizarras con crinoides, es decir, en la base de las pizarras con *Stringocephalus*, Burtini; y, en fin, en las pizarras con *Bellerophon*, que corresponden al nivel superior de estas mismas pizarras, es decir, á la parte alta del devoniano medio.

En Rusia, Keyserling [3] la había encontrado en la arenisca devoniana de Uchta, en la región de Petschora, y después M. Tschernyschew [4] ha precisado el nivel en que se encuentra en el Ural, y la indica en la parte superior del devoniano medio, en la zona con *Sp. Anossofi*, asociada al *Stringocephalus Burtini*.

En América, como ya hemos dicho, se encuentra con el nombre de *Paracyclas elliptica*, Hall, una forma que la representa, acerca de la cual M. De Verneuil había llamado la atención, en su estudio sobre el paralelismo de los depósitos paleozoicos de la América septentrional con los de Europa [5]. Y reunió las dos especies bajo el nombre de *Lucina proavia;* M. Hall [6], sin dejar de admitir esta aproximación, demuestra que pueden encontrarse caracteres diferenciales entre ellas, comparando los ejemplares de *P. elliptica*, de la caliza cornífera y de la caliza de Hamilton, con la figura que da Goldfuss. Pero, como hace observar Nettelroth [7], el ejemplar de los *Petrefacta Germaniæ* tiene sin duda caracteres excesivamente marcados ó exagerados por el dibujante, los cuales justifican esta separación, mientras que el examen comparativo de los ejemplares de las orillas del Rhin con los de Kentucky y de Indiana,

(1) Gosselet, 1888, *Ardenne*, págs. 405 á 407.

(2) Schulz, 1882, *Die Eifelkalkemulde V. Hillesheim*, págs. 192, 199 y 204.

(3) Keyserling, 1846, *Geol. Beobacht. Petschora*, pág. 256, lám. X, fig. 18.

(4) Tschernyschew, 1889, *Beschreib Cent. Urals*, pág. 348.

(5) De Verneuil, 1847, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo IV, pág. 695.

(6) Hall, 1885, *Pal. of N.-Y.*, tomo V, parte 1.ª, pág. 440, lám. 72, figs. 23-33; lám. 95, fig. 18.

(7) Nettelroth, L., 1889, *Fos. Sehells Sil. Dev. Kentucky*, pág. 209, lám. 2, figs. 1, 2, 3.

muestra, al contrario, una semejanza tal, que toda distinción es imposible.

Paracyclas rugosa, Goldfuss, sp.

(Lám. 4, fig. 6.)

1840.—*Lucina rugosa*, Goldfuss, *Petref. Germ.*, pág. 227, lám. 146, fig. 9.

Con este nombre designaré un ejemplar que me parece conforme con el tipo de Eifel; aun cuando la superficie de la concha se halla un poco desgastada, se manifiesta en ella el mismo modo de agrupación de las estrías de crecimiento (con frecuencia reunidas en cordoncillos concéntricos salientes), igual contorno suborbicular y un corchete subcentral; es, por consiguiente, imposible confundirla con la especie precedente, que, por lo demás, es siempre de mayor tamaño.

Tanto para el *P. rugosa* como para el *P. proavia*, se encuentra en la América del Norte una forma representante: el *P. lirata*, Conrad (1), cuyas diferentes variedades ha descrito M. Hall (2), valiéndose de numerosas figuras.

Esta especie, que en un principio fué descrita bajo el nombre de *Posidonia lyrata*, no era desconocida para de Verneuil, quien la había asimilado á la *L. rugosa*, y que fundándose en esta identificación y en otras muchas, trató de establecer el sincronismo del devoniano de Europa con los tramos del *Corniferous* y del *Limestone Hamilton Group*.

Solamente después del examen de ejemplares más numerosos y mejor conservados que los que me ha sido dado examinar, tanto de España como de Eifel, y la comparación de éstos con los de América, podrá llegarse á conocer si existe verdadera identidad entre estas diferentes formas.

(1) Conrad, 1838, *Geol. Surv. N.-Y. Ann. Rep.*, pág. 116, fig. 12.
(2) Hall, 1885, *Pal. of N.-Y.*, tomo V, parte 1.ª, pág. 441, lám. 72, figuras 2-19; lám. 95, fig. 19.

Cyprioardinia scalaris, Phil. sp.?

(Lám. 4, figs. 7 y 8.)

1841.—*Modiola scalaris*, Phillips, *Pal. Fos.*, pág. 137, lám. LX, fig. 62*.
1892.—*Cypricardinia scalaris*, Whidborne, *Monog. Fauna Dev. South. Engl.*, tomo II, pág. 5, lám. I, figs. 6 y 8.

Concha de pequeño tamaño, alargada, subromboidal, ligeramente inequivalva, muy inequilátera, con la línea cardinal larga, rectilínea, paralela al borde ventral; este último es un poco sinuoso; el lado anterior, corto y redondeado, se une al corchete por una línea casi recta; lado posterior muy alargado, un poco más ancho que el lado anterior y oblicuamente truncado. Nates salientes desiguales, de los cuales el derecho sale un poco más que el izquierdo; estos nates dominan una pequeña lúnula mal definida. Charnela angulosa. Valvas con una especie de quilla ó ensanchamiento redondeado, que atraviesa oblicuamente cada valva, desde el umbo hasta la extremidad postero-ventral de la concha; este relieve va acompañado en el interior de la valva, por una pequeña depresión mal limitada, que termina hacia el medio del borde ventral, donde da origen á una ligera sinuosidad; entre la quilla y el borde cardinal existe una parte deprimida que constituye una especie de orejera.

En la superficie tiene de siete á ocho laminillas de crecimiento muy marcadas, que presentan algunas diferencias en cada una de las dos valvas; en la de la izquierda estas laminillas están limitadas por un cordoncillo saliente filiforme, mientras que en la valva opuesta están imbricadas y dejan entre sí un estrecho surco bien marcado. Además, se observa una ornamentación común á las dos valvas, y que consiste en un fino entrelazamiento debido á dos sistemas de pequeñas costillas muy tenues, que se cortan oblicuamente, de manera que dan origen á pequeños rombos, muy visibles en las laminillas de crecimiento.

OBSERVACIONES.—Esta forma pertenece á un grupo muy extendido en el nuevo y el antiguo continente durante la época siluriana, y sobre todo en la devoniana. La polimorfia de los ejemplares, de-

bida principalmente á modificaciones en los contornos de las valvas, y al mismo tiempo cierta constancia que parece existir en el modo de ornamentación (por lo menos, según puede deducirse del examen de las figuras, que representan ejemplares con frecuencia desgastados), hacen las asimilaciones ó las diferenciaciones muy difíciles. M. Whidborne, en una obra que está en publicación sobre la fauna devoniana del Sur de Inglaterra, ha elegido el nombre específico más antiguo para designar esta forma, y ha denominado *Cypricardinia scalaris*, Phillips sp., á todas las especies, á las cuales Conrad, Rœmer, Hall, Billings, Barrande, Maurer y él mismo, habian dado nombres distintos (1). Sin adoptar por completo esta fusión, que me parece difícil de justificar *ex iconibus*, denominaré provisionalmente *Cypricardinia scalaris* á la especie de Santa Lucía, para la cual me parece inútil crear un nombre nuevo. En la descripción del tipo de Phillips, se dice que contiene 15 laminillas de crecimiento en forma de cordoncillos, número que se debe, sin duda, á la magnitud de la especie; además, se halla adornado de estrías finas paralelas á estos cordoncillos. M. Whidborne, que ha encontrado también en el Museo de Geología práctica el tipo de Phillips, así como también otros ejemplares procedentes igualmente de Berry-Pomeroy, ha comprobado, en un vaciado externo, la existencia de una especie de enrejado menudo, debido al entrecruzamiento de pequeñas costillas que se cortan oblicuamente. Observaré también que los ejemplares presentados por M. Whidborne son más hinchados que los nuestros, y que la lineal cardinal es más corta á consecuencia de la disposición del truncamiento de la extremidad postero-cardinal.

Entre las formas más próximas á la que describo, citaré *C. gratiosa*, Barrande, del siluriano f^2 de Konieprus (lám. 257, fig. 1), particularmente los ejemplares que llevan los números 11 y 15; no obstante, estos últimos tienen sus bordes cardinales y ventrales muy divergentes, lo cual determina un gran ensanchamiento de la parte posterior de las valvas. En la especie de Bohemia, la orejeta posterior cardinal es también menos larga y más ancha; pero el carácter más saliente consiste en el alargamiento del borde anterior, mucho más desarrollado, y que se une al umbo describiendo una curva marcadamente cóncava.

(1) Para la lista bibliográfica puede consultarse la de M. Wihdborne (loc. cit.), que es muy completa.

M. Barrois ha encontrado también, en la caliza devoniana de Erbray, una forma que refiere á la especie de Bohemia: es muy semejante á la que nos ocupa y podría identificarla con ella si fuera conocida la ornamentación.

En América, en el *Corniferous limestone*, así como también en el tramo de *Hamilton*, se encuentra una especie descrita por Conrad bajo los nombres de *Cypricardites indenta* y *C. inflata* (1), y que M. Hall ha estudiado nuevamente (2). Esta especie representa, sin duda, las formas de Europa. Es mayor que los ejemplares de Santa Lucía; su contorno es un poco diferente; pero su ornamentación parece ser la misma, y pueden comprobarse, principalmente en ciertas variedades, caracteres análogos á los de nuestros ejemplares.

Chonetes.

El género *Chonetes* se halla representado por tres especies cuya determinación no puede ser rigorosa dada la escasez de los ejemplares, y, sobre todo, su insuficiente estado de conservación. Creo, no obstante, conveniente mencionar ciertas formas que, según los trabajos publicados, no parecen haber sido encontradas hasta ahora en España.

Trataré primeramente de un *Chonetes* pequeño, que identificaré al *C. Davousti*, especie que hace poco tiempo he separado del *C. Boblayei* típico, y que existe en el devoniano del Bósforo y en el de la Sarthe.

Le he descrito y representado teniendo á la vista un ejemplar del devoniano de Sablé; su forma es transversa, con 24 ó 26 costillas radiantes, redondeadas, rara vez dicótomas, á excepción de la proximidad del borde paleal. Pertenece al grupo del *C. embryo*, Barrande, y del *C. nana*, Verneuil.

Una segunda especie, análoga por su tamaño y forma general al *C. sarcinulata*, se distingue por su mayor número de costillas (90 á 100 en vez de 50), las cuales se multiplican por la intercalación de

(1) Conrad, 1842, *Journ. Acad. Nat. sc. Phill.*, tomo VIII, págs. 244-246, lám. 12, fig. 12; lám. 15, fig. 2.

(2) Hall, 1885, *Pal. of N.-Y.*, tomo V, parte 1.ª, pág. 485, lám. 79, figuras 6-23.

otras nuevas hacia la mitad de la valva. Se cuentan de diez á doce espinas cardinales, pequeñas, y dirigidas hacia afuera.

El número de costillas, menos considerable que en el *C. tenuicostata* (120 á 130), la forma, la disposición y el número de espinas, así como la existencia de una ligera concavidad excavada bajo el ángulo cardinal, permiten fácilmente distinguir estas dos especies.

En fin, otra especie mucho más grande sólo podría ser comparada al *C. dilatata*, Rœmer, aunque no obstante parece más transversa y mucho menos gibosa.

Leptæna rhomboidalis, Wolckens, sp.

Esta especie pertenece á un grupo perfectamente caracterizado, del cual se conocen representantes en el siluriano, el devoniano y el carbonífero. La insuficiencia de los materiales de que he podido disponer, no me permite entrar en el estudio comparativo de esta forma, cuya evolución á través de las faunas paleozoicas sería interesante seguir.

He adoptado el nombre de *Leptæna*, en acatamiento á las leyes de la prioridad. Esta reforma, que ni Davidson ni yo nos habíamos atrevido á hacer, se impone, como lo han demostrado MM. Hall y Clarke [1]. La diagnosis del género *Leptæna* de Dalman [2], y sobre todo la figura que da Sowerby [3], á la cual hace referencia para la primera especie citada *(Producta depressa)*, así como también la que el mismo da en primer término *(Leptæna rugosa Hisinger)*, no dejan ninguna duda bajo este concepto.

(1) Hall y Clarke, *Pal. of N.-Y.*, tomo VIII, parte 1.ª, pág. 276.

(2) Dalman, *Upp tal. Beskr. Sverige Terebratulit. Koegl. Vetenskaps Acad. Handl. ford.*, 1827, págs. 93, 106 y 147, lám. I, figs. 1 y 2.

(3) Sowerby, *Mineral. Consch.*, lám. 459, fig. 3.

Douvillina, sp.

(Lám. 4, fig. 2.)

Aun cuando sólo poseo un vaciado interno de una valva ventral, procedente de una capa de grauvaca, creo conveniente dar una figura de este ejemplar, bien conservado, cuyos caracteres son los siguientes: línea cardinal dentada en toda su longitud, dientes pequeños, cresta que envuelve las impresiones musculares, muy desarrolladas. Superficie miófora subcuadrangular, bastante alargada, mostrando los aductores en el centro rodeados por los diductores; sobre la línea central se ve una pequeña cresta, muy tenue, que se hace más saliente entre los diductores.

Orthothetes hipponyx, Schnur, sp.

(Lám. 4, figs. 9 á 11.)

1842.—*Orthis umbraculum*, d'Archiac et de Verneuil (non Schlotheim), *Fos. Rhein. Prov.*, pág. 396.
1845. — *crenistria*, d'Archiac et de Verneuil (non Phillips), *Fos. Pal. Asturies*, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo II, pág. 458.
1848. — *devonica*, de Verneuil (non Keyserling), *Fos. Sabero*, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo VII.
1850. — — de Verneuil, *Réun. Mans.*, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo VII, pág. 781.
1851. — *hipponyx*, Schnur, *Progr. d. h. Bougersch.*, pág. 4.
1853. — *hipparionyx*, Schnur (non Vanuxem), *Brach. Eifel. Dunker et Meyer. Pal.*, tomo III, pág. 217, lám. 40, fig. 1, *a b c*.
1853. — *devonica*, Guéranger, *Répert. Pal. Sarthe*, pág. 11.
1856. — — de Verneuil et Barrande, *Fos. Almaden.*, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo XII.
1866. — — de Verneuil, *Paleont. de l'Asie mineure*, pág. 34.
1869. — — de Verneuil, *App. à faune devon. du Bosphore*, página 486.

1870.—*Orthis cf. umbraculum*, Quenstedt, *Petref. Deut.*, lám. 56, fig. 35.
1871.—*Streptorhynchus umbraculum*, var. *gigas*, Kayser, *Zeit. Deut.*, *Geol. Gesell.*, vol. XXI, págs. 316, 319, 328, 336 y 371.
1871. — — var., *gigas*, Kayser, ibid., pág. 615.
1877. — — Barrois, *Dev. Rade Brest. Ann. Soc. geol. Nord*, tomo IV, pág. 78.
1877. — *gigas*, Œhlert (non M'Coy), B. S. G. F., 3.ª serie, tomo V, pág. 598.
1877. — *devonicus*, idem, ibid., pág. 598.
1877. — *umbraculum*, idem, ibid., pág. 599.
1878. — — ?, Kayser, *Fauna Devon. Harz*, pág. 197. pl. 29, figs. 1-2.
1882. — — Barrois, *pro parte. Ter. anc. Asturies*, pág. 239 (non pl. IX, fig. 2).
1886.—*Leptæna devonica*, Guillier, *Geol. Sarthe*, pág. 68.
1886.—*Streptorhynchus devonica*, Chelot, *Suppl. Geol. Sarthe*, pág. 17.
1888. — *umbraculum*, Stuart-Menteath, *Devon. Pyrén. Occid.*, B. S. G. F., 3.ª serie, tomo XVI, página 41.

Concha de gran tamaño, cóncavo-convexa, de muy poco espesor, en general más alta que ancha, con la línea cardinal recta, que rara vez alcanza, aun en los adultos, la anchura máxima de las valvas situada un poco hacia atrás de la mitad de su altura. El contorno tiende á ser casi circular, por efecto de la curva, ligeramente redondeada, de las partes laterales y del borde frontal. Los ángulos cardinales son un poco aliformes; pero en los individuos que han alcanzado su completo desarrollo, no se prolongan jamás, en las extremidades de la charnela, en forma de ángulos salientes que exceden la anchura máxima de las valvas. La superficie está adornada de costillas radiantes, redondeadas, muy numerosas, que van desde el nates al borde paleal sin dicotomizarse, y creciendo en número por intercalación de una nueva costilla entre dos más antiguas y, por consiguiente, más grandes. Las que aparecen últimamente alcanzan con rapidez la importancia de las primeras. Las que tienen su origen no lejos del borde frontal, como no han tenido tiempo para adquirir todo su desarrollo, determinan una desigualdad en la dimensión de estos adornos: una costilla más gruesa alterna entonces con regularidad con otra más fina, salvo en algunos casos en que ésta ha podido alcanzar el tamaño de las primeras.

Esta intercalación tiene lugar según intervalos bastante regulares,

de tal suerte, que el número de las costillas radiantes aumenta rápidamente, llegando á contarse en el borde frontal hasta 18 ó 20 en un centímetro de anchura. Las costillas radiantes, separadas por intervalos un poco más anchos que ellas, están atravesadas por estrías de crecimiento finas y apretadas; éstas, en la mayor parte de los ejemplares, por lo general un poco desgastados, no son visibles ordinariamente más que en los intervalos; pero cuando se las ve pasar á las costillas, no producen ningún relieve dentado. La concha es bastante delgada.

Valva ventral, ligeramente convexa en la región umbonal, se hace después cóncava á consecuencia del levantamiento de los bordes laterales y frontales, carácter que se acentúa con la edad; las orejetas son ligeramente deprimidas, principalmente á lo largo de la línea cardinal. A veces existe una depresión suave medio-longitudinal, que puede acentuarse notablemente en ciertos individuos. Area bastante elevada, aplastada, con foramen ancho que cubre completamente al deltidium; éste es convexo, un poco escotado en su base, de manera que permite ver el talón del proceso cardinal; no existe abertura peduncular. El área es estriada longitudinal y transversalmente; además, se halla atravesada oblicuamente por dos líneas que parten del corchete ventral y terminan hacia la mitad de la distancia que separa los dientes de la extremidad cardinal. Valva dorsal regularmente convexa, salvo en las orejetas que se levantan á lo largo de la línea cardinal; área lineal; proceso cardinal bífido, cuya base, vista por el lado dorsal, lleva de cuatro á seis nervios radiantes, visibles por debajo del deltidium.

En el interior de la valva ventral, dos dientes fuertes, sostenidos por dos placas bien desarrolladas, se prolongan formando dos crestas divergentes que acompañan á las impresiones musculares de los diductores; éstas son grandes y separadas hacia adelante por una débil cresta central á la que rebasan por cada lado, dando al contorno anterior un aspecto bilobado; sobre la línea central, por detrás de los diductores, se encuentran englobadas las dos impresiones de los aductores, estrechas, alargadas, yuxtapuestas y poco aparentes.

En los vaciados internos de la valva dorsal se ve solamente el lugar de los bordes de las fosetas; las impresiones de los aductores apenas son perceptibles.

En su primera edad, esta especie es plano convexa, salvo en la región umbono-ventral; la concavidad de la valva ventral no aparece ni

se acusa más que en los ejemplares de gran tamaño; además, los individuos jóvenes tienen forma transversa, y sus ángulos cardinales son casi rectos. En la figura se representa un ejemplar pequeño, en el cual este último carácter se halla muy acusado.

En el vaciado interno, las costillas radiantes desaparecen con frecuencia casi en toda la superficie, no quedando aparentes más que en el contorno.

La larga lista bibliográfica con que se encabeza esta descripción, y la diversidad de nombres genéricos y específicos que en ella figuran, demuestran cuán difícil es establecer la sinonimia de esta especie; esto me ha inducido á hacer su historia y explicar los motivos que me han hecho adoptar el nombre de *hipponyx*, Schnur, nombre que fué abandonado por su mismo autor y olvidado por los paleontólogos.

Orthis hipponyx, Schnur, 1851.—Este es el primer nombre con que Schnur designó la especie que nos ocupa; desgraciadamente la reunió más tarde al *Hipparionyx proximus*, Vanuxem, 1842. Al mismo tiempo que hacía esta falsa asimilación, la diferenciaba del *O. umbraculum* y fijó sus caracteres, mencionando particularmente: su gran tamaño, la forma plana ó poco cóncava de su valva ventral, el contorno circular de las dos valvas, la convexidad de los bordes laterales, el lugar de la amplitud máxima, situada en los adultos por encima de la mitad de la concha, mientras que en los individuos jóvenes se encuentra en el borde cardinal ó cerca de él, la convexidad de la valva dorsal, con una ligera depresión medio-longitudinal, en fin, las costillas finas y redondeadas, en las cuales no se señalan relieves dentellados, de tal suerte que no se manifiesta el carácter particular del *O. umbraculum*, cuya superficie es áspera *como una escofina*, «rauh, vie eine Feile.»

Para hacer este estudio de alguna utilidad, examinaré sucesivamente las formas semejantes, con las cuales el *O. Hipponyx* ha sido generalmente confundido:

O. umbraculum, Schl., 1820.—Schlothein ha empleado este nombre para designar una forma del devoniano medio de Gerolstein; ningún dibujo acompaña á la diagnosis breve y poco precisa del autor, pero cuida de hacer referencia á una figura publicada anteriormente por Hüpsch [1], y que no deja duda alguna acerca de la identidad de esta

(1) Hupsch, 17....., *Nat. Gesch. N. D.*, tomo I, lám. I, figs. 1-2.

especie; más tarde, las figuras dadas por de Buch [1], y sobre todo por Schnur [2], así como la descripción que hace este último autor, han fijado con más certeza sus caracteres, que son los siguientes: forma transversa, la longitud de la línea cardinal excede en general algo á la anchura máxima de las valvas, concavidad muy acentuada de la valva ventral; el área dorsal, si bien es verdad que se halla mucho menos elevada que el área ventral, siempre está bien determinada; en fin, granulaciones dispuestas sobre la parte alta de las costillas radiantes, en la intersección de las estrías concéntricas de crecimiento. En cuanto á los caracteres internos, consisten en la presencia de placas dentales que se continúan en dos crestas, las cuales envuelven las impresiones de los músculos diductores poco desarrolladas, flabeliformes y de contorno subcircular. En la valva dorsal los bordes de las fosetas son bastante salientes; pero se interrumpen bruscamente para dar origen á los cruras; las impresiones de los aductores están separadas por una débil cresta septal.

O. umbraculum y *O. hipponyx* ocupan, por otra parte, como lo ha hecho observar Schnur, dos niveles distintos: la primera especie pertenece al devoniano medio, la segunda al inferior.

O. Undifera, Schnur, 1853.—Seguramente debe ser referida al *O. umbraculum*, del cual no es más que un sinónimo.

O. Hipparionyx [3], Vanuxem, 1843.—Es una forma francamente ortoide, de contorno subcircular por efecto de la poca extensión de la línea cardinal: en la valva ventral, los diductores están muy desarrollados y ocupan la mayor parte del fondo de la valva; son flabeliformes, excavados y están envueltos por un cordoncillo que parte de las placas foveales; una cresta septal central separa á los diductores, así como á los aductores; en la valva dorsal, la base del proceso cardinal se prolonga en un septum que divide á estos últimos. Estos caracteres han sido deducidos del examen de las nume-

(1) V. *Buch*, 1837, *Uber Delthyris*, pág. 6, lám. I, figs. 5 y 6.

(2) Schnur, 1853, *Brach. d. Eifel*, pág. 216, lám. XXXVIII, fig. 2, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*: pl. XLIV, fig. *a*, *b*, *c*, *d*.

(3) Sería más exacto decir *Hipparionyx proximus*, porque, efectivamente, con este último nombre publicó Vanuxem esta especie (1843, *Geol. of the Third District*, pág. 124, fig. 4). La semejanza que ofrece esta forma con un *Orthis* indujo evidentemente á Schnur á transformar este nombre en el de *Orthis hipparionyx*. En todo caso, la cita bibliográfica de Schnur es exacta, y no puede haber lugar á duda sobre la especie á que hace referencia.

rosas é interesantes figuras que M. Hall ha dado de esta especie (1), y de las que sirven para ilustrar el género *Hipparionyx* (2).

Resulta de esto que en el devoniano de Eifel se deben distinguir dos formas: una de ellas *O. umbraculum*, de la hilada media; la otra, *O. hipponyx*, de la hilada inferior; esta última es la que he encontrado en Santa Lucia; para facilitar la comparación y para precisar mejor todavía las diferencias que existen entre estas dos formas, doy una figura característica de Gerolstein (lám. 4, figs. 8 á 11).

De la misma manera que es útil separar estas dos especies, debe también distinguirse el *O. umbraculum* del devoniano medio, de la forma del devoniano superior de Ferques y de Voroneje (Rusia), como lo hizo ya de Verneuil (3).

Siguiendo este mismo grupo dentro de los tiempos, se encuentran en el carbonífero formas análogas, que se relacionan evidentemente al mismo origen; pero que deben distinguirse de las especies devonianas, á las cuales debe conservárseles el nombre de *Crenistria*, bajo el cual Phillips las ha designado (4).

Establecida así esta sucesión de formas, resta por ver si se confirma en todas las regiones, por lo menos en lo que se refiere á las dos especies que nos ocupan más particularmente: *O. hipponyx* y *O. umbraculum*.

INGLATERRA.—Con el nombre de *Umbraculum* designa Davidson las formas del devoniano medio, y las distingue de las del devoniano inferior de Loe, que asimila al *O. hipparionyx*, Schnur (no Vanuxem) (5).

OESTE DE FRANCIA.—En esta región, donde las faunas del devoniano inferior se hallan profusamente representadas, se encuentra también la especie propia de este tramo. Todos los geólogos han cuidado de distinguirla del *umbraculum;* sea cualquiera el nombre genérico adoptado (*Orthis*, *Leptæna*, *Streptorhynchus*), esta forma figura en todos los catálogos; pero desgraciadamente bajo un nom-

(1) Hall, 1859, *Pal. of N.-Y.*, tomo III, pág. 407, lám. 89, figs. 1-4; lámina 90, figs. 1-7; lám. 91, figs. 4 y 5; lám. 94, fig. 4.

(2) Hall Andclarke, 1892, *Pal. of N.-Y.*, tomo VIII, lám. IX, figs. 33-36, y lám. XV *A*, figs. 9-11.

(3) De Verneuil, Murgh y Keys, 1845, *Pal. Rusia*, pág. 195, lám. XI, figura 4, *a b c*.

(4) Phillips, 1836, *Geol. of Yorkshire*, tomo II, lám. IX, fig. 6; Davidson, 1864, *Brit. Rev. Brach.*, pág. 76-82, y 1850, *Car. Brach.*, pág. 124.

(5) Davidson, 1864, loc. cit., pág. 90, lám. XVII, figs. 8-11.

bre específico (*devónica*), que no puede ser conservado, porque esta denominación es el resultado de una confusión de de Verneuil (1), quien quiso identificar la especie del O. de Francia con la que Keyserling (2) había descrito con el nombre de *O. crenistria*, var. devónica, y que d'Orbigny ha erigido en especie (3).

O. crenistria, var. devónica, Keyserling, es una forma con nates muy altos, y que, por consiguiente, tiene un área muy desarrollada; en la valva ventral, que es prominente, no existen, según la figura, tabiques dentales ni crestas envolviendo las impresiones musculares. Además, desde el punto de vista del nivel en que se la encuentra, haré observar que ocupa un horizonte especial, asociada al *Sp. Anosofi*, *Rh. Meyendorfi*, ó sea la parte superior del devoniano (D_3^1b) de los geólogos rusos (4).

La determinación hecha por de Verneuil se indica simplemente en el catálogo de los fósiles devonianos del departamento de la Sarthe, y no habiendo podido ser comprobada por consecuencia de ser la obra de Keyserling sumamente rara, se ha propagado el error en todas las colecciones, y de éstas á las publicaciones, resultando que se ha continuado designando bajo el nombre de *devónica*, esta forma tan común en ciertas capas del nivel con *Athyris undata* (5).

Bósforo.—También aquí, con la fauna característica del devoniano inferior, se encuentra el *O. hipponyx*, que de Verneuil, en conformidad con su equivocación, denomina *O. devónica*.

Alemania.—En Alemania, donde los tipos de *umbraculum* y de *hipponyx* han sido descritos y dibujados por primera vez, la distinción entre las dos especies ha sido unas veces admitida y otras rechazada. Quenstedt, con el nombre de *Orthis umbraculum*, representa ejemplares que están conformes con el tipo (6). En cuanto al ejemplar del devoniano inferior procedente de la grauvaca del Rhin, tiene el cuidado de designarla como *cf. umbraculum* (7).

(1) De Verneuil, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo VII, pág. 781.

(2) Keyserling, 1846, *Reis Petschora Land. Geol. Beobacht*, pág. 221, lámina VII, figs. 7, 7 *a*, 7 *b*, 7 *c*.

(3) D'Orbigny, *Prodr.*, tomo I, pág. 90.

(4) Keyserling, 1867, *Faune mit u. ober Devon. d. Urals*, pág. 208.

(5) En su estudio acerca de la fauna de la caliza de Erbray, M. Barrois ha puesto de manifiesto, con muy buen criterio, las diferencias que existen entre la especie en cuestión y el *umbraculum*.

(6) Quenstedt, *Petref. Germ.*, lám. 56, figs. 23, 24, 25.

(7) Quenstedt, ibid. ibid., fig. 35.

Por otra parte, M. Kayser, en sus eruditos trabajos acerca de las faunas devonianas de Eifel, del Harz, etc., ha considerado en un principio como variedad (var. *Gigas*, M'Coy) [1] la especie que nos ocupa, y que se encuentra hasta en el nivel con *cultrijugatus*, por debajo del cual el verdadero *umbraculum* existe solamente [2].

Algunos años más tarde, en 1878, en su estudio sobre el devoniano inferior del Harz [3], el mismo autor indica, con duda, la presencia del *S. umbraculum*, y con certeza la del *S. devonicus*; el examen de las figuras que corresponden á las diagnosis parece demostrar que esta última especie existe sola; todas, en efecto, presentan los mismos rasgos particulares: la valva ventral, al principio convexa en la región del nates, se excava ligeramente y presenta una curvatura especial, cuyo carácter se manifiesta bien en los perfiles que acompañan á cada figura. Lo mismo ocurre con los *Streptorhynchus* del Coblenciense, representados como términos de comparación en el trabajo sobre la fauna del Hauptquartzit del Harz [4]; estos vaciados nos muestran, no solamente la forma característica de la valva ventral, sino también la disposición de las placas dentales, limitando las impresiones de los diductores en esta valva, y en la dorsal la forma de los bordes de las fosetas, caracteres que encontramos igualmente en todas las especies del devoniano inferior de Inglaterra, de Francia y también de España, como lo demuestran los ejemplares encon-

(1) El nombre de *Gigas* se ha empleado, no obstante, inexactamente en este caso, y no puede servir para designar una forma de este grupo, porque M'Coy, describiendo el tipo de esta especie, indica entre los caracteres distintivos la disposición de costillas radiantes principales, entre las cuales se cuentan de cinco á nueve costillas más finas.

La misma reflexión se aplica á la especie que M. Maurer representa igualmente bajo este nombre (*Neuesj. Jahrb.*, tomo I, pág. 4, lám. I, figs. 1-4), y en la cual «las valvas están cubiertas por numerosas costillas angulosas, que se multiplican por dicotomías.»

La existencia de costillas finas, agrupadas en haces de dos ó de cuatro, y alternando con costillas radiantes más fuertes, es un carácter que existe en en el *S. protaniolata*, Maurer, especie que este último autor ha separado con justo motivo del falso *S. Gigas*.

(2) Kayser, 1871, *Zeit. D. Geol. Gesells*, tomo XXIII, págs. 316, 319, 328, 366 y 371.

(3) Kayser, 1878, *Fauna Alt. Rev. Harz*, págs. 190-197, lám. 29, figs. 1-2; lám. 29, figs. 3-4.

(4) Kayser, 1889, *Fauna d. Hauptquartzit*, págs. 100 á 103, lám. XVIII, figs. 1 á 5.

trados en Santa Lucía que he descrito anteriormente, y de los cuales doy las figuras correspondientes.

España.—El *O. hipponyx* era conocido desde hace mucho tiempo en las capas del devoniano inferior de España. Citado al principio con el nombre de *Orthis crenistria*, por d'Archiac y de Verneuil [1], fué después denominado por este último autor [2] *Ortis devónica*, d'Orbigny, á consecuencia del error señalado anteriormente. «Se aproxima mucho, dice de Verneuil, al *O. umbraculum*, cuyas estrías presentan una denticulación que no se ve en ésta. La habíamos considerado como una variedad; pero d'Orbigny ha creado una especie con el nombre *Leptæna devónica* [3].»

Después, M. Barrois, 1877, en su interesante estudio acerca del paleozóico de Asturias [4], de acuerdo con ciertos autores alemanes, la menciona bajo el nombre de *Streptorhynchus umbraculum*. Haré observar, no obstante, que supone que esta especie se extiende desde el Coblenciense hasta el Frasniense inclusive, y que reconoce que el estudio comparativo de las diversas formas de estos grupos no ha dado todavía más que resultados vagos y poco precisos; en fin, hace

(1) D'Archiac y de Verneuil, *Fos. Pal. Asturien*, B. S. G. D. F., 2.ª serie, tomo II, pág. 458.

(2) De Verneuil, *Foss. Sabero*, P. S. G. F., 2.ª serie, tomo VII, pág.

(3) El Sr. Mallada (*Sinopsis*, pág. 73, lám. X, figs. 1-4) ha mencionado en el devoniano de España el *S. crenistria* Phil., sp.; pero me inclino á pensar que esto es resultado de un error tipográfico, porque su descripción es reproducción de la diagnosis de Davidson para la especie carbonífera, y sus figuras son idénticas á las que se encuentran en la misma obra. (Vide Davidson, *Brit. Carboniferous Brachiopoda*, págs. 124-127, lám. XXI, figs. 5 y 6, y lám. XXVII, figs. 3 y 4.)

(4) Barrois, 1882, *Ter. Am. Asturias*, pág. 239. M. Barrois representa como simple variedad de *Streptorhynchus umbraculum* una forma que, por el poco desarrollo de su línea cardinal, la convexidad de su valva ventral con nates prominentes, su manera particular de ornamentación, debida á costillas finas y apretadas, interrumpidas por paradas de crecimiento muy marcadas y por sus áreas oblicuas, se aleja demasiado del tipo de Schlotheim para poder conservarse junto á él. Sus caracteres internos no son conocidos desgraciadamente; pero su forma externa demuestra que ya en el devoniano superior (caliza de Candas) es como un precursor de ciertos *Streptorhynchus* del carbonífero, y también de ciertas *Derbya* del *Upper Coal Measure* (*Derbya*, Broadheadi Hall y Clarke, *Pal. of N.-Y*, tomo VIII, lám. XI *A*). Sus relaciones con el *Orthis distorta*, Barrande, E. de Bohemia, me parecen más dudosas; proponemos para ella el nombre específico de *Barroisi*.

constar que los ejemplares encontrados en el devoniano inferior no presentan ningún carácter que permita separarlos de los ejemplares de la misma edad del O. de Francia. Nos queda ahora por examinar cuáles son los motivos que me han inducido á incluir esta especie dentro del género *Orthothetes.*

En toda la serie paleontológica, desde el siluriano hasta el permiano, se encuentra un grupo muy homogéneo que, por una parte, se relaciona con los *Orthidæ*, y por otra con los *Leptænidæ*, teniendo caracteres de cada uno de ellos. Por muy compacto que sea este grupo, los autores han acabado por dividirle en cierto número de géneros, que son los siguientes: *Orthothetes*, Fischer, 1830; *Hipparionyx*, Vanuxem, 1843; *Streptorhynchus*, King, 1850; *Meekella*, White et S.-John, 1868; *Derbya*, Waagen, 1884; *Kayserella*, Hall y Clarke, 1829. En cada uno de estos géneros, los caracteres externos, con frecuencia engañadores en los braquiópodos, son muy variables: ciertos *Streptorhynchus* se pliegan como los *Meekella;* los *Derbya* toman en ocasiones el aspecto de los *Orthothetes* ó el contorno de los *Streptorhynchus;* en fin, entre los *Hipparionyx* y ciertos *Orthothetes*, no existe exteriormente más diferencia que la de tener un contorno más circular. Un carácter particular del conjunto del grupo, y que también se encuentra más ó menos acentuado en todas las especies, consiste en la forma de la valva ventral, que es generalmente menos profunda que la dorsal. Prominente en la región umbonal, se aplasta en seguida y llega á ser cóncava en las formas adultas. Indicaré también la tendencia á la desigualdad de las partes laterales y una deformación muy frecuente en el nates ventral, que se dobla ó se encorva. No existe abertura peduncular, hallándose ésta completamente cerrada, por lo menos en el estado adulto, por un deltidium enteramente soldado (1). La ornamentación es

(1) MM. Hall y Clarke (loc. cit., pág. 256) han indicado también la existencia de un deltidium en la valva dorsal (*Orthothetes subplana*, por ejemplo); no creo que pueda darse esta denominación al relieve triangular que se encuentra en el centro del área dorsal: esta protuberancia que presenta, en verdad, una analogía aparente con el deltidium ventral, no puede serle comparada no teniendo ni la misma textura, ni el mismo origen, ni el mismo destino. Ya he propuesto designarla (*) bajo el nombre de talón de proceso cadinal.

(*) D.-P., Œhlert, 1887, in *Man. Fischer*, pág. 1.199.

del mismo orden en todas las especies: consiste en costillas radiantes, no dicótomas, que se multiplican por intercalación; si además de las costillas se presentan pliegues radiantes, parecen á primera vista ser herencia del género *Meekella;* pero, sin embargo, esta misma disposición se encuentra en simples variedades de *Streptorhynchus.*

Siendo el exterior en este grupo, como en otros, insuficiente para

Después MM. Hall y Clarke, en un trabajo reciente, le han dado el nombre de *Chilidium.* «La cubierta del delthyrium (abertura triangular que sirve para el paso del pedúnculo) en la valva braquial, no está constituída, dicen, más que por una sola placa, el *chilidium,* cuyo desarrollo se verifica después del *deltidium,* de tal manera que no es de estructura antigua (*).» Haré observar primeramente que en los braquiópodos articulados no hay abertura peduncular, propiamente dicha, en la valva dorsal ó braquial; ésta puede á veces tener su vértice escotado, como por ejemplo, en el *Mühlfeldtia truncata;* pero en este caso no es más que una ampliación complementaria de la abertura peduncular, ya muy grande, sin embargo, de la valva ventral. Como en las especies de este grupo no existe proceso cardinal, los músculos diductores se insertan directamente en el vértice de la valva sobre el borde de la escotadura.

En otras formas que tienen un área cardinal dorsal, en ciertos grupos de *Orthidæ,* por ejemplo, se ve en el interior en la cavidad triangular situada en el vértice de la valva y limitada lateralmente por las placas foveales divergentes, el proceso cardinal formando una protuberancia, en la cual se distinguen dos partes bien distintas: 1.°, en el vértice, por la parte interna, las superficies de inserción de los diductores; 2.°, en su base, por el lado externo, una superficie saliente, triangular, un poco convexa y estriada transversalmente como el área. Las estrías de crecimiento de esta superficie corresponden á las diferentes fases del proceso cardinal, que se desarrolla y se eleva más y más á medida que crecen las valvas; en efecto, la valva dorsal haciéndose más grande y, por consiguiente, más pesada, es necesario que el proceso, es decir, el brazo de palanca, se alargue en una cierta proporción, para hacer más fácil el movimiento de abertura de la concha; y al mismo tiempo que crece el proceso, su base toma naturalmente mayor importancia, tanto en longitud como en anchura. La morfología de esta base se sigue gradualmente desde las formas en las cuales el proceso sale en la mitad de la cavidad angular determinada por las placas foveales *(Rhipidomella Michelini,* Lev., etc.), hasta aquéllas en las que se ensancha y se reúne al área *(Orthothetes subplana,* Conrad), para constituir el pseudo-deltidium dorsal de los antiguos autores. En ningún caso he podido comprobar la existencia de una laminilla especial segregada para cerrar una abertura.

(*) Hall y Clarke, 1892, *Yntrod. Study of Brach.,* pág. 167, 11an, *Rep. State Teol., fort,* 1891.

determinar los géneros, se ha recurrido á los caracteres internos, que parecen más fijos y más importantes, tales como la forma del proceso cardinal, la ausencia ó la presencia de placas dentales ó foveales más ó menos desarrolladas en las dos valvas, la disposición de las impresiones musculares, y, en fin, la existencia ó ausencia de crestas septales.

Aun asi, resulta casi imposible incluir en una diagnosis precisa una serie de especies con los mismos caracteres comunes, de manera que se forme un grupo homogéneo; se encuentran siempre algunas que, ya individualmente, ya en alguno de sus estados de desarrollo, poseen otros caracteres propios de los géneros inmediatos. Así es que entre los *Orthothetes*, que, para conformarse con la diagnosis general, no deberían tener placas dentales, las tienen el *O. subplana*, *O. chemungensis*, var. *Pandora*, *O. Woolworthana*, especies en las cuales este carácter es siempre aparente y aun, en ocasiones, muy acentuado. La granulación en las costillas debe ser considerada como un rasgo de ornamentación específica y no genérica, porque no existe en todas las especies. En cuanto al proceso bífido, se le encuentra á la vez en el *Hipparionyx* y en el *Streptorhynchus*.

Por lo que concierne al género *Hipparionyx*, es posible que pudiera justificarse el restringirlo á una sola forma francamente ortoide, *H. proximus*, Vanuxem. No obstante, por lo que se refiere al *Leptæna unguiformis*, Conrad, que MM. Hall y Clarke han referido á este género, no he podido formar opinión, en vista de que esta especie no ha sido jamás descrita y de que es puramente nominal.

Opino con estos sabios, que sólo de una manera muy dudosa puede ser referido al género *Hipparionyx*, el *Orthis*, representado bajo este nombre por Davidson, el cual tiene una línea cardinal mucho más desarrollada é impresiones musculares confinadas á la región cardinal. Las mismas consideraciones pueden aplicarse á los ejemplares, muy deformados, de la lám. XVII, figs. 8, 9 y 10 (*Brach. Dev.*), que Davidson ha encontrado en el devoniano inferior de Loe, y al *Orthis hipparionyx*, Schnur, que no solamente no se adaptan á la especie de Vanuxem, sino que no pueden ser referidos al género *Hipparionyx*.

Este último género, no sólo tiene un número de especies restringido, sino que además son pocos sus caracteres particulares: la existencia de placas dentales sólidas en la valva ventral, el área lineal en la valva dorsal y la presencia de un débil septum central en las dos

valvas, son caracteres que existen también en ciertos *Orthotheles*.

Estas consideraciones me han llevado, naturalmente, á atribuir la especie de Santa Lucía al género *Orthotheles*, que por lo demás, es el más antiguo del grupo. He titubeado tanto menos en esta elección, cuanto que MM. Hall y Clarke incluyen igualmente en este mismo género formas tales como el *O. Woolworthana, O. deformis, O. desideratus*, que no son en el siluriano, el devoniano y el carbonífero de América más que formas representativas de la especie en cuestión.

Stropheodonta Bertrandi, nov. sp.

(Lám. 5, fig. 1.)

Esta especie se halla representada solamente por una valva ventral, de la cual doy la figura correspondiente; es transversa, regularmente convexa y está cubierta de pliegues radiantes agudos, separados por intervalos cóncavos bastante anchos; el número de estos pliegues va en aumento por la aparición de otros más pequeños que se intercalan á distancias variables; además, existen estrías radiales, finas y muy numerosas, que cortan á otras estrías concéntricas debidas al crecimiento. No se ve indicio alguno de fasciculación.

Bajo el nombre de *Leptæna? nobilis*, M'Coy, Davidson (1) ha representado una especie que tiene algunos caracteres comunes con la de Santa Lucía; la forma de los pliegues radiales y de sus intervalos, así como la ornamentación de la valva, son, en efecto, análogos; sin embargo, creo que no se debe identificar á ella nuestra especie, sobre todo comparándola con las figuras originales de M'Coy (2), que representan ya una especie de relieve productoide, ya un tipo comprimido y hasta tal punto deformado, que no es posible hacer confrontación alguna.

Los caracteres internos de esta especie y de las dos siguientes me son desconocidos, y por esto he adoptado provisionalmente el nombre genérico de *Stropheodonta*.

(1) Davidson, *British. Devon. Brach.*, pág. 86, lám. XVIII, figs. 19-21.
(2) M'Coy, *Brit. Pal. Fos.*, pág. 386, lám. II *A*, figs. 8 y 9.

Strohpeodonta (?) diffusa, nov. sp.

1845.—*Leptæna Murchisoni*, var. A. d'Archiac et de Verneuil, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo II, pág. 477, pl. XV, fig. 7.
1877. — — Œhlert, B. S. G. F., 3.ª serie, tomo V, pág. 599.
1878. — — Mallada, *Sinops. Esp. Fos. Esp.*, pág. 71, lámina IX, fig. 8.
1822.—*Strophomena Murchisoni*, Barrois, *Ter. Anc. Asturies*, pág. 241, *pro parte* (non pl. IX, fig. 6.)

La especie que designo con este nombre se conoce desde hace mucho tiempo con el de *Leptæna Murchisoni*, var. A. d'Archiac y de Verneuil. Ha sido indicada primeramente en España, después en el devoniano inferior de la Ardenne y también al Oeste de Francia. Por sus rasgos característicos merece ser separada del tipo específico, fósil raro que procede de la grauvaca de Siegen y notable por su forma alargada, por su contorno, que excede al de un semicírculo, y por sus pliegues radiantes; éstos son angulosos cerca del nates, se aplastan y aun tienden á desaparecer cerca del borde, y están cubiertos de estrías radiantes muy numerosas.

La forma de España, por el contrario, es transversa, de contorno subrectangular, por consecuencia de la forma apenas convexa de la parte frontal, y sus pliegues, angulosos en todo su recorrido, son más ó menos fasciculados, sobre todo en la mitad anterior, carácter que puede, sin embargo, desaparecer.

No es admisible que pueda referirse á nuestro tipo la forma devoniana de Fenolleda [1], notable por sus pliegues angulosos, no dicótomos, muy altos, poco numerosos y cubiertos por una reticulación muy especial, formada por la intersección de numerosas estrías longitudinales con otras de crecimiento transversas. El desarrollo excesivo de las alas suministra igualmente un carácter diferencial importante, que ya ha hecho notar M. Barrois [2]. En cuanto á la identificación de esta última forma con la *acutiplicata*, del devoniano de

(1) Barrois, *Ter. Anc. Asturies*, pág. 241, lám. IX, fig. 6.
(2) Barrois, *Faune cal. Erdrey*, pág. 62.

Joué, en Charnie (Sarthe) (1), me parece poco probable, dado que esta última es muy notable por la elevación y agudez de sus pliegues radiantes poco numerosos, muy finamente estriados á lo largo y jamás dicótomos. Su valva ventral es regularmente convexa y muy prominente desde el nates hasta el borde frontal, de tal suerte que el vértice rebasa con mucho la línea cardinal; la valva dorsal es profundamente cóncava. Por lo demás, esta forma parece ocupar un nivel constante: la he encontrado primeramente en la cantera de Chassegrain (Sarthe) y en Saint-Germain-le-Fouilloux (Mayenne), encima de la caliza con *Athyris undata*, en las capas con *Sp. Pellicoi;* en el mismo horizonte se encuentra igualmente esta especie en Erbray, en la cuenca de Angers. La *Strophodonta diffusa*, al contrario, parece hallarse más especialmente localizada en las capas con *Spirifer Rousseau, U. subwilsoni, Ch. sarcinulata*, etc., es decir, en la caliza de Néhou propiamente dicha.

Spirifer cultrijugatus, Rœmer.

La existencia de esta especie en el devoniano de España, se ha hecho ya constar por los Sres. de Verneuil y Barrois; este último la cita en la caliza de Arnao, y también en la zona de las areniscas con *Gosseletia*, de Candás; pero opino con este autor que la presencia de esta forma en un nivel relativamente tan elevado, es dudosa. Es de creer que en esta región, como en las Ardenas, Bélgica, el Nassau, el Eifel, el *Sp. cultrijugatus* se encuentre solamente en la parte superior del devoniano inferior, sin subir hasta el devoniano medio propiamente dicho. M. Gosselet (2) le indica solamente en la parte superior de la grauvaca de Hierges, á la cual caracteriza con la *Rh. Orbygnyana* y la *calceola sandalina*.

Por lo demás, M. Stuart-Menteath la ha encontrado también en este nivel asociada al *Spirifer paradoxus*, etc.. al S. de Sumbilla, en los Pirineos occidentales (3).

(1) Œhlert et Davoust, B. S. G. E., 3.ª serie, tomo VII, pág. 708, lám. XIV, fig. 3.

(2) Gosselet, 1888, *L'Ardenne*, pág. 376.

(3) Stuart-Menteath, 1888, B. S. G. F., 3.ª serie, tomo XVI, pág. 111.

M. Barrois [1] ha indicado igualmente esta especie en la fauna devoniana de Cabrières, que considera como equivalente del Coblenciense superior de las Ardenas.

Si se comparan los ejemplares de Santa Lucía con los de las regiones del Rhin, se observa que no presentan la exageración de forma debida principalmente al desarrollo extremado del bocel dorsal, ni, por consiguiente, la concavidad correspondiente en el seno de la valva opuesta. En cuanto al conjunto de los caracteres, siempre permanece el mismo, y puede reconocerse constantemente en nuestros ejemplares, como en las formas típicas, un contorno semi-elíptico más ancho que largo, la charnela recta más corta que el máximo de amplitud de la concha, y las valvas muy hinchadas, con 12 á 14 costillas á cada lado del seno ó del bocel en los individuos de mediano tamaño, número que puede elevarse hasta 18 á 20 en los individuos grandes. Estas costillas están bien marcadas.

Spirifer Luciae, nov. sp.

(Lám. 5, figs. 11 y 12.)

Haré mención de otro *Spirifer*, del cual poseo solamente tres valvas ventrales, pero con caracteres bastante marcados para que sea fácil distinguirlas de las de otras formas inmediatas.

Esta especie pertenece al grupo de *Sp. aperturatus*, Schlotheim [2]. Se halla caracterizada por su área ventral, muy desarrollada en altura y en ancho, casi completamente plana, con una gran abertura triangular. La superficie de las valvas está cubierta de costillas bien

(1) Barrois, 1885, *Calc. Cabrières*, *Ann. Soc. Geol. Nord*, tomo XIII, pág. 87.

(2) Adopto aquí el nombre de *Sp. aperturatus*, tal como ha sido comprendido por Schlotheim, quien ha dado una diagnosis precisa en 1820 (*Petrefact*, pág. 258), y una excelente figura en sus *Nachträge* (1822), lám. XVII, fig. 1 *a*, *b*). Para la complicada sinonimia de esta especie consúltense los trabajos de Davidson (1850, *Ann. a. Mag. of Nat. Hist.*, 2.ª serie, tomo V, págs. 442 y 864; *British. Brach. Dev.*, pág. 26), y el estudio que M. Gosselet ha hecho de esta cuestión (1880, *Ann. Soc. Geol. Nord.*, tomo VII, página 127, y *Etud. Variat. Sp. Verneuilli*, *Mem. Soc. Geol. Nord.*, tomo IV, pág. 59).

marcadas, subangulosas, partiendo todas de la región umbonal, simples y en número de 12 á 15 á cada lado del seno; éste se halla perfectamente limitado y muy excavado; sus flancos oblicuos están desprovistos de costillas, y sólo en la parte más profunda existen tres costillas simples menos elevadas que las de las partes laterales.

Este último carácter nos permite, desde luego, diferenciar la forma del devoniano de España de la de Bensberg, descrita por Schlotheim. En efecto: el *Sp. aperturatus* tiene costillas más numerosas, principalmente en el seno, donde por lo menos se cuentan ocho, mucho más estrechas que las de los costados y con frecuencia dicótomas; las de las partes laterales también lo son; pero solamente al aproximarse al seno y al bocel. El seno en el *Sp. aperturatus* es ancho, con fondo plano y poco profundo; ninguno de estos caracteres se encuentran en el *Sp. Luciæ*.

D'Archiac y de Verneuil, en su Memoria sobre los fósiles de los terrenos antiguos de las provincias del Rhin (1), han descrito como variedad del *Sp. aperturatus* una forma que designan con el nombre de *var. cuspidata*. Haré primeramente observar que esta forma, si bien constante, tiene caracteres diferenciales suficientes para distinguirla del tipo de Schlotheim y merecer un nombre específico especial; si se la compara con la especie que describimos, con la cual presenta algunas analogías por su alta área y la forma angulosa de su seno, puede comprobarse que se diferencia por sus pliegues mucho más numerosos, principalmente en el seno, por la elevación del área y por la abertura del ángulo apical ventral, que no tiene más que 90°.

Schnur (2) ha descrito también dos Spirifers que se pueden comparar con el *Sp. Luciæ*: uno de ellos, *Sp. subcuspidatus* (pág. 202, lám. 34, fig. 1), tiene algunos caracteres comunes con la forma de Santa Lucía; pero el área ventral es mucho más elevada; la valva ventral más convexa, y su seno, relativamente poco profundo, no tiene costillas; el otro (pág. 206, lám. 35, fig. 5), para el cual vuelve á tomar el nombre específico de *Canaliferus*, Valenciennes, tiene caracteres especiales, y Schnur indica, en particular, la dicotomización de las costillas, principalmente en el seno; ahora bien:

(1) D'Archiac y de Verneuil, 1842, *Transact. Geol. Soc. London*, 2.ª serie, tomo VI, parte II, pág. 369, lám. 35, fig. 7.

(2) Schnur, 1853, *Brachiopoden der Eifel. Pal. Dunk. Meyer*, tomo III.

en el *Sp. Luciæ* no se observa esto; además, en este último las costillas del seno son mucho menos numerosas (tres solamente) y no ocupan más que el fondo del seno anguloso, quedando los taludes lisos; en el *Sp. canaliferus*, de Schnur, al contrario, se cuentan seis, dispuestas regularmente sobre toda la amplitud del seno, que es suavemente cóncavo.

Todas las especies que acabo de citar, recuerdan evidentemente, por ciertos caracteres externos, el *Sp. cuspidatus*, Mart., del carbonífero, y he tratado de investigar si en la parte interna de la forma de Santa Lucía se encuentran algunos vestigios de las largas placas dentales ó de las laminillas que las reúnen, disposición que con la perforación de la concha constituye el principal carácter del género *Syringothyris*. Algunos cortes transversales practicados á diferentes alturas del área ventral han puesto de manifiesto el poco desarrollo de los tabiques dentales; éstos se sueldan en el fondo de la valva, exclusivamente en la región apical, siguiendo interiormente el borde del *deltyrium* y atenuándose al aproximarse á los dientes.

El *Sp. Luciæ* pertenece al grupo de los *Aperturati*.

Spirifer Cabedanus, de Verneuil et d'Archiac.

(Lám. 5, figs. 13-16.)

1845.—*Spirifer Cabedanus*, De Vern. et d'Archiac, B. S. G. F., 2.ª serie, tomo II, pág. 473, lám. XV, fig. 3.
1878. — — Mallada, 1878, *Syn. Fos. Esp. Pal.*, pág. 58, lámina V, fig. 3.
1882. — — Barrois, *Ter. Anc. Asturies*, pág. 249, lám. X, figs. 2-3.
1888. — — Barrois, *Calc. Gabrières. Ann. Soc. Geol. Nord*, tomo XIII, pág. 88.

Esta especie ha sido descrita por de Verneuil, quien ha dado á conocer sus principales caracteres. Posteriormente, M. Barrois ha hecho notar la variabilidad de este *Spirifer*, y ha indicado como modificación del tipo una forma en la cual las dos costillas que limitan el seno se hallan más desarrolladas que las otras; su tamaño es me-

nor que el del tipo, y su nates ventral más desarrollado y saliente. Los ejemplares de Santa Lucía que refiero al *Sp. Cabedanus*, demuestran igualmente cuán variable es esta especie: son más ó menos transversos, y la convexidad de las valvas varía también. Pero el bocel, constituido por dos costillas relativamente poco salientes, y el seno anguloso, en cuyo fondo existe una costilla muy bien marcada, constituyen caracteres constantes.

Var.: **obesa**.

Si se examina un cierto número de ejemplares de esta especie, se encuentran, á veces, tan notables modificaciones, que he considerado de utilidad distinguir, como constituyendo una variedad (var. *obesa*), algunos de ellos, que se particularizan por el relieve considerable de sus valvas, la convexidad de la región paleal y la inflexión de los corchetes hacia el área, cuyos caracteres dan origen á una forma muy globosa; el seno ventral es también menos profundo que en el tipo, menos determinado, y además aparecen en los flancos, aparte de la costilla central, bien marcada, otras dos pequeñas costillas secundarias; finalmente, las dos costillas del pliegue central se aplastan ligeramente y dan origen, en el exterior, á dos costillas secundarias.

En el interior existen dos placas dentales bastante desarrolladas.

Spirifer subcuspidatus, var. **alata**, Kayser.

(Lám. 5, figs. 3 á 10.)

1871.—*Spirifer subcuspidatus*, var. *alata*, Kayser, 1871. *Die Brach. d. Mittel und Ober. Dev. d. Eifel. Zeit. Deut. Geol. Ges.*, tomo XXIII, página 573.

Indicaré también la presencia de un *Spirifer* de tamaño bastante pequeño, muy transverso, de ángulos cardinales agudos y con siete ú ocho pliegues robustos, y redondeados en la parte alta, situados á

cada lado del seno y del bocel. Los demás rasgos característicos de esta forma consisten: en su alta área ventral aplastada, situada perpendicularmente al plano de comisura de las valvas; en la poca elevación del nates ventral, así como en la estrechez y aplastamiento del bocel dorsal, que, no obstante, permanece perfectamente distinto de las costillas laterales.

Este *Spirifer*, aun cuando representado solamente por ejemplares muy desgastados, me parece completamente conforme con la variedad *alata*, que Kayser ha diferenciado del tipo de Schnur. Esta misma variedad es la que Quenstedt ha representado bajo el nombre de *Spirifer cuspidatus* (*Petref. Deut.*, lám. 53, fig. 5). Según Kayser, esta forma ocupa en el Eifel, como en el Sur de Bélgica, el nivel de *Spirifer cultrijugatus*.

Agregaré, para completar los datos acerca de esta forma, que M. Béclard (1) admite, en vista de las numerosas variaciones que ha comprobado en los *Sp. subcuspidatus* procedentes de un mismo horizonte, que la variedad *alata* no puede ser distinguida del tipo, y que no parece hallarse localizada en la zona del *Sp. cultrijugatus*. Las figuras que da este autor no me han hecho modificar lo consignado en una nota que redacté antes de la publicación del erudito trabajo de M. Béclard, y continúo designando con el nombre de *alata* esta variedad, que, para mí, es bastante distinta del tipo de Steininger.

(1) Béclard, 1895, *Spirif. du Cobl. Belge*, pág. 196; *Bul. Soc. Belge Geol.*, tomo IX, *Memoires*.

EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

LÁMINA 3

Fig. 1.—*Megistocrinus Waliezewski*, n. sp. Visto por el lado anal; algo amplificado.
Fig. 2.—El mismo, visto por el lado anterior, ligeramente vuelto á la derecha.
Fig. 3.—Base del mismo.
Fig. 4.—Bóveda del mismo.
Fig. 5.—*Storthingocrinus Haugi*, n. sp.: individuo pequeño: aumento, 1 1/2.
Fig. 6.—Otro ejemplar visto de perfil: aumento, 1 1/2.
Fig. 7.—Base de otro individuo: aumento, 1 1/2.
Fig. 8.—*Codiacrinus granulatus*, Schultze: aumento, 2.
Fig. 9.—*Pentremitidea* aff. *Gilbertsoni*, visto de perfil: aumento, 3.
Fig. 10.—El mismo, visto por el lado ventral.
Fig. 11.—*Pentremitidea* sp., visto de perfil: aumento, 3.
Fig. 12.—El mismo, visto por el lado ventral.
Fig. 13.—*Cytherella subfusiformis*, Sandb. sp.: aumento, 3.
Fig. 14.—*Cryphæus Munieri*, Œhl., *pygidium*: aumento, 2.
Fig. 15.—*Cryphæus sublaciniatus*, de Vern., *pygidium*: aumento, 2.
Figs. 16 á 23.—*Malladaia Luciæ*, n. sp. Cabeza y *pygidium*: aumento, 1 1/2.

LÁMINA 4

Fig. 1.—*Spirorbis Lusitanica*, n. sp.: aumento, 3.
Figs. 2 y 3.—*Spirorbis ornata*, n. sp.: aumento, 3..
Fig. 4.—*Agnesia Chaperi*, n. sp.: aumento, 3.
Fig. 5.—*Mediomorpha* (?) *compressa*, Goldf.: tamaño natural.
Fig. 6.—*Paracyclas rugosa*, Goldf.: tamaño natural.
Figs. 7 y 8.—*Cipricardinia scalaris*, Phil. sp.: aumento, 1 1/2.
Figs. 9 á 11.—*Orthothetes umbraculum*, Schl. sp., tamaño natural:

9, lado dorsal; 10, lado ventral; 11, área ventral; ejemplar restaurado.

Figs. 12 á 16.—*Orthothetes hipponyx*; Schnur sp., tamaño natural: 12, lado ventral; 13, lado dorsal; 14, área ventral; 15, vértice de la valva ventral; 16, vaciado interno, visto por el lado ventral.

LÁMINA 5

Fig. 1.—*Stropheodonta*, Bertrandi, n. sp.: tamaño natural.
Fig. 2. —*Douvillina*, sp.: tamaño natural.
Figs. 3 á 10.—*Spirifer subcuspidatus*, var. *alata*, Kayser: tamaño natural.
Figs. 11 y 12.—*Spirifer Luciæ*, n. sp.: tamaño natural.
Figs. 13 á 16.—*Spirifer Cabedanus*, de Vern.: tamaño natural.
Figs. 17 á 24.—*Spirifer Cabedanus*, var. *obesa:* tamaño natural.
Figs. 25 á 27.—*Spirifer Pellicoi*, de Vern.: tamaño natural.

Traducido por

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

DATOS GEOLÓGICO-MINEROS

DE VARIOS

CRIADEROS DE HIERRO DE ESPAÑA

Minas en los términos de Fuente del Arco y Guadalcanal, provincias de Badajoz y Sevilla.

Entre todas las zonas metalíferas de Europa, pocas hay que puedan igualarse en importancia industrial á la comprendida en España entre los ríos Guadiana y Guadalquivir y que se extiende por buena parte de las provincias de Ciudad Real, Jaén, Córdoba, Sevilla, Badajoz y Huelva. En efecto: en dicha zona están enclavados criaderos de extraordinaria riqueza, como los de azogue de Almadén; los de plomo de Linares, La Carolina, el Valle de Alcudia, Posadas, Almodóvar, Villanueva del Duque, Fuente Obejuna, Azuaga, Berlanga, etc., etc.; las grandes masas cobrizas de la provincia de Huelva; y las de minerales de hierro, de que más especialmente ahora trataremos. Seguramente la mitad de la riqueza minera de la Península radica en esa zona formada por cientos de colinas montañosas designadas en conjunto con el nombre de Sierra Morena, donde las minas, desde tiempos bien remotos hasta nuestros días, han sido objeto de multiplicadas explotaciones. Cuando al cabo de tantos siglos todavía existen en el país muchos criaderos casi intactos, bien puede afirmarse que en conjunto aquella riqueza minera es inagotable.

Limitándome á considerar la parte de los criaderos de hierro del país, advertiré desde luego que la sierra de la Jayona se halla cerca del extremo septentrional de una banda ferrífera que con una longitud de 60 quilómetros de largo se extiende en línea recta hasta el cerro del Santo, junto á la Puebla de los Infantes, cruzando de NO. á SE. por los términos de Guadalcanal, Alanís, San Nicolás del Puer-

to, El Pedroso y las Navas de la Concepción. Esa banda, con anchuras variables entre 200 metros y cerca de un quilómetro, encierra un conjunto de criaderos enteramente idénticos, del mismo origen, enclavados en las mismas rocas, de igual edad geológica, condiciones semejantes de yacimiento é idénticas clases de mineral, en cada una de cuyas circunstancias habré de ocuparme separadamente.

Caracteres generales de los criaderos.—Personas hubo que clasificaron de *filones* los criaderos de hierro de esta banda tan extensa; pero en realidad son filas de grandes bolsadas, más largas que anchas, con espesores muy variables que en algunos sitios pasan de 10 metros de mineral puro. Esas bolsadas se ligan unas con otras por numerosas vetas de mineral, ramificadas y tortuosas, las cuales forman en conjunto una especie de red ó malla que envuelve otras masas también irregulares de caliza, de dolomía y de carbonato de hierro, penetradas en todos sentidos por venas secundarias y vetillas de mineral enteramente puro.

Varía el número de esas filas de bolsadas, contándose de seis á siete en la sierra de la Jayona, según repetidas veces se ha reconocido; y así cruzando á través de esta sierra desde el Pozo de la Solana hasta la Umbría de las Estacadillas, se observa la siguiente sucesión de criaderos: La 1.ª fila de bolsadas se halla en las vertientes meridionales y mide hasta 32 metros de anchura, de los cuales una quinta parte por lo menos podría ser explotable. A los 60 metros más al NE. se halla la 2.ª fila, que es la principal, ajustada al eje ó cumbre de la sierra, y que fué objeto de muy importantes excavaciones en tiempos bien remotos. Mide en sitios hasta 36 metros de anchura, si bien la zona donde el mineral de hierro se presenta suficientemente concentrado, en pocos sitios llega á la tercera parte de tan considerable grueso. A los 150 metros de la 2.ª se halla en las vertientes del N. la 3.ª fila, que en varios puntos alcanza 40 metros de espesor, pero no muy metalizada, á juzgar por los afloramientos. A los 80 metros de la 3.ª está la 4.ª, donde también se conocen antiguas labores á cielo abierto *(mina la Graja)*, algunas de las cuales miden hasta 100 metros de latitud. A los 50 de la 4.ª está la 5.ª, que no abarca menos de 140 metros de grueso en ciertos parajes, con desigual riqueza de mineral según los puntos que se examinen, midiendo cerca de un decámetro la bolsada que de ella forma parte por bajo de la casa del Grullo. A los 150 metros de la 5.ª asoma la 6.ª, en la cual la metalización parece ser inferior á la de la anterior. Por fin, toda-

vía 35 metros más al N. se alzan peñones correspondientes á la 7.ª fila, poco reconocida, y cerca de la cual comienzan las pizarras estériles. Las dos primeras filas de bolsadas, ó sean las de la Solana y la de la cumbre, asoman con bastante claridad entre el monte bajo; pero las otras cuatro, que cruzan entre los olivares de la Umbría, la tierra vegetal y los acarreos las ocultan en la mayor parte de su recorrido, circunstancia de interés acerca de la cual llamaré más adelante la atención.

Atravesando las filas de bolsadas por distintos parajes, se notarían en seguida grandes irregularidades en las dimensiones. Así, por ejemplo, la 4.ª fila, que en el cerro de San Fernando se presenta con bolsadas importantes, cruza superficialmente mucho más pobre por el cerro de la Zorra, cerca del cortijo de Perea, donde predomina la caliza dolomítica acribillada por vetillas de oligisto muy delgadas. En cambio, en la Solana de la Morilla, por las vertientes del mismo cerro, la 3.ª fila se ofrece mucho más rica, con bolsadas aprovechables hasta de 20 metros de grueso. Lo mismo sucede en las zonas estériles que separan las diversas filas metalíferas, pues en el vallejo de los Veneros, por ejemplo, entre la 2.ª y la 3.ª media una distancia de 175 metros, ó sean 25 más que por donde en primer lugar las he considerado, reduciéndose en una tercera parte el grueso de la 1.ª fila, en cambio de notables anchurones de la 2.ª

Prescindiendo del carbonato, el mineral predominante en estos criaderos, el casi exclusivo, es el hierro oligisto micáceo, en sitios enteramente puro, con el 69 por 100 de metal, correspondiente al peróxido de hierro ú óxido férrico anhidro, en sitios mezclado con diversas proporciones de carbonatos de cal, de magnesia y de hierro.

Tanto en los afloramientos de los criaderos, como en los numerosos y grandes tajos que dejaron las explotaciones antiguas, se nota, desde luego, la irregularidad de aquéllos, á lo largo, á lo ancho, en profundidad, en su sinuosa alineación, en su buzamiento y en la repartición del mineral. Dependen tamañas irregularidades del modo de formación de los criaderos, enlazados con los de la sierra del Agua de Guadalcanal; éstos á su vez con los del Pedroso, y con los que hoy se explotan con extraordinaria riqueza en el Cerro del Hierro de San Nicolás del Puerto. Alineados todos de NO. á SE., entre el terreno cambriano donde encajan, los criaderos de hierro de esta parte de Sierra Morena, es probable procedan de antiguas emanaciones metalíferas, en concomitancia con pórfidos anfibólicos muy fe-

rruginosos: emanaciones que á través de las pizarras arcillosas y cloríticas depositaron las substancias metalíferas en las oquedades de caliza de la misma formación geológica. Esas masas de mineral de hierro pudieron venir del interior de la tierra disueltas en aguas termales y con presiones que dislocaran los bancos de rocas, y contenidas por las pizarras arcillosas que son impermeables, se albergaron entre las calizas, que fueron desgajadas, corroídas y ahuecadas en todos sentidos con muy diversas dimensiones é irregulares contornos. Así las pizarras, por su plasticidad, pudieron ceder á tales empujes; mientras que las calizas, al oponer mayor resistencia, no sólo detendrían las corrientes metalíferas, sino que fueron impregnadas por ellas con formación accidental de carbonato de hierro á expensas de la cal, aun cuando la mayor parte de ella fuera arrastrada por las aguas.

Como las fajas de pizarras y de calizas del terreno cambriano se alinean en longitudes muchísimo mayores que sus anchos, natural es también que las filas de mineral se ajusten al rumbo de los estratos, que, como es sabido, en esta parte de Sierra Morena se aproxima al de NO. á SE. como término medio.

La distribución de la riqueza metálica se verificó de un modo en extremo irregular, sin sujeción á ley alguna, pues dependía de causas que en cada punto actuaron con muy diversa intensidad, siendo consecuencia de estos variados elementos: 1.ª, la mayor ó menor energía con que de lo interior de la tierra eran expulsadas las aguas cargadas de substancias metálicas; 2.º, la mayor ó menor resistencia de las capas de pizarra y de caliza á ser desgarradas ó corroídas, pues no son enteramente uniformes por todas partes en su composición, en su textura, en sus espesores respectivos, ni en sus posiciones estratigráficas; 3.º, el mayor ó menor predominio de las unas y de las otras, que tienen además grados diversos de elasticidad, resistencia, permeabilidad ó impermeabilidad; 4.º, la preexistencia de canales, fisuras, grietas ó fallas de dimensiones muy diversas en los estratos cambrianos, y siempre de formas sinuosas y ramificadas.

A causa de la variabilidad de tales criaderos, y de la disposición irregular y poco manifiesta al exterior de sus minerales, se comprende perfectamente que un yacimiento tan importante como el del Cerro del Hierro de San Nicolás haya permanecido ignorado, ó más bien olvidado, por largo tiempo, sorprendiendo hoy su extraordinaria riqueza, por nadie sospechada hasta que hace pocos años se puso de manifiesto.

Y siendo idénticas sus condiciones de yacimiento, no hay motivos para suponer que la sierra Jayona sea menos rica en minerales de hierro que dicho cerro y El Pedroso.

Para expresar gráficamente las irregularidades de estos criaderos, dibujo á continuación un corte geológico á través de las siete filas de bolsadas de la Jayona.

En ese corte se notará en primer lugar la intercalación de las bolsadas de oligisto señaladas con números entre las calizas *C*, que se alzan más elevadas en el terreno que las pizarras *P*. Estas se extienden por las depresiones del país con matices más obscuros que las calizas, las cuales, á causa de las fisuras ferruginosas que las cruzan y de los criaderos que revelan, resaltan desde largas distancias por sus colores rojizos.

Según se dibuja también en esa figura, las siete filas de bolsadas de mineral se abren á modo de abanico, marcando una especie de plie-

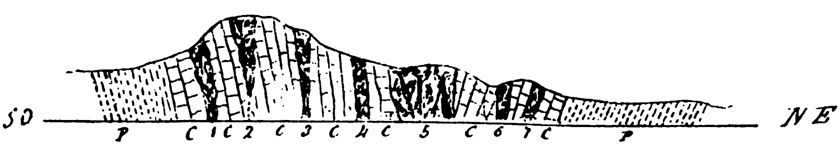


Fig. 1.—Corte á través de la Jayona dirigido de SO. á NE.

gue sinclinal, ó como si en profundidad viniesen á confluir en un solo foco de producción, donde se juntasen todas en un criadero único á cierta profundidad. Así induce á creerlo la circunstancia que por las vertientes meridionales de la Jayona el buzamiento de los bancos es al NE., mientras que en las opuestas domina la inclinación al SE.

Por la disposición de los estratos, supongo además que las filas de bolsadas disminuyen gradualmente en anchura á medida que avanzan en profundidad, para, probablemente, refundirse unas en otras, no en un solo punto, sino á diferentes distancias de la superficie, como las ramas con el tronco de un árbol.

Las masas en que predomina el mineral se han dibujado con manchas negras, y la parte pobre de las bolsadas está punteada, compuesta exclusiva ó casi exclusivamente de los tres carbonatos de cal, hierro y magnesia. Esta mezcla, más ó menos impregnada de óxidos ferruginosos, presenta color amarillento muy diferente de los matices grises, blanquecinos ó azulados de las calizas *C*, exentas de mineral, entre las cuales encajan las bolsadas.

En cada una de estas últimas no es posible señalar *a priori* las zonas ricas en mineral y las zonas estériles, pues la mezcla de unas y otras es sumamente irregular. Junto á secciones, vetas ó nódulos de oligisto puro, hay otras secciones enteramente compuestas de carbonatos, siguiendo otras en que ambos elementos de las bolsadas se entremezclan con muy diversas proporciones. Así, por ejemplo, en cualquiera de las siete filas de bolsadas anteriormente enumeradas, se pueden presentar fracciones del criadero parecidas á la que representa la figura 2, donde las manchas rayadas indican las zonas ricas, queda en blanco la parte enteramente estéril, y se marcan punteadas las zonas donde se mezclan los carbonatos con el oligisto en proporciones indefinidas ó indeterminadas, cuyo contenido metálico varía entre el 2 y el 60 por 100, es decir, entre límites tan extremos, que el inferior corresponde á una parte casi completamente estéril y el superior pertenece á menas ricas; y esto con todos los tránsitos imaginables.

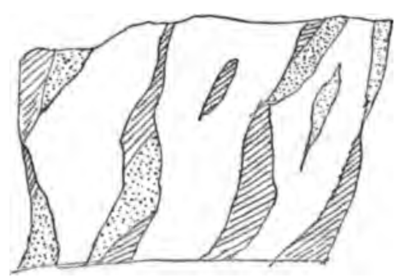


Fig. 2.—Sección transversal del criadero de la Jayona.

En una línea de 12400 metros desde las vertientes occidentales de la Jayona, en el cerro nombrado la Carraca, hasta la villa de Guadalcanal, poseía el Excmo. Sr. Marqués de Bogaraya 561 pertenencias, que enumeradas á partir de la más occidental en la sierra de la Jayona, son las siguientes: *Segunda Ventura*, con 117 pertenencias; *La Marquesa*, con 107; *Casualidad*, con 6; *El Marqués*, con 6; *Ya te lo decia*, con 12; *El Monstruo*, con 101, y *Amparo*, con 32. Al otro lado del arroyo del Moro que separa por esta parte las provincias de Badajoz y Sevilla, y correspondiendo al término de Guadalcanal tenía el mismo propietario las tituladas *Doña Fernanda*, con 24; *Don Gonzalo*, con 32; *Don Alvaro*, con 36; *Gaviria*, con 28; *Bilbao*, con 24, y *Somorrostro*, con 36.

Entre las concesiones de la sierra de la Jayona, las más notables son: *El Monstruo, Ya te lo decia, La Marquesa* y *Segunda Ventura*, por las cuales asoma la 2.ª fila de bolsadas anteriormente expresadas, y que, según dije, se ajusta en toda su longitud al eje ó cumbre de dicha sierra. En esas cuatro concesiones, así como en *El Aguila*, enclavada en la tercera, se muestran los minados de remota antigüedad en más de 1000 metros de longitud, con anchuras que varían entre 1 y 20 y profundidades que por término medio llegan á 20 metros. Como claramente se observa en las paredes de las excavaciones, los antiguos explotadores, fuesen fenicios, romanos ó árabes, sólo arrancaban el mineral más puro, que es el más blando, dejando secciones que hoy serían ventajosamente explotadas; y si se midiesen los grandes huecos que hay en las tortuosas labores á cielo abierto, no se cubicarían menos de 100000 metros cúbicos, equivalentes á medio millón de toneladas. Esta cifra, que en nuestra época á nadie parecerá extraordinaria, lo fué muy grande para aquellos siglos en que el empleo de los metales, principalmente del hierro, era casi insignificante comparado con lo que es en la actualidad. Y como quiera que los antiguos sólo excavaron una pequeñísima fracción de tan abundantes criaderos, esta observación es muy bastante para comprender su grande importancia, tanto más cuanto que cualquiera que sea el mineral que se explote en nuestros días, se consideran insignificantes las profundidades de 20, de 30 y hasta de 40 metros, que son las mayores alcanzadas por los antiguos en la Jayona.

En las seis minas del término de Guadalcanal continúan los afloramientos de las bolsadas de hierro; mas no son tan numerosos ni parecen tan ricos en su conjunto. Así se explican los espacios francos que existen entre ellas. La *Doña Fernanda* comienza á 165 metros al SE. de *El Monstruo*, y entre ella y *Don Gonzalo* hay un claro de 90 metros. Un espacio franco de 9 hectómetros sigue desde la última hasta la *Don Alvaro*, la mitad de la cual, cruzada por el arroyo de las Lapas, es enteramente estéril por hallarse demarcada sobre pizarras y filadios libres de mineral. A un quilómetro más al SE. de la *Don Alvaro*, se halla en igual caso la *Gaviria*, cuya mitad meridional se extiende por los llanos, sin mineral, de la granja nombrada *La Florida*, al NE. de cuya finca se encuentra la *Bilbao*. A partir de ésta aumentan las señales de otras bolsadas poco exploradas, y, por fin, termina la serie en la *Somorrostro*, en la collada de San Francisco, donde ocupa la for-

mación metalífera mayor extensión, derivándose de ella una banda caliza con oligisto y carbonato de hierro que se explota actualmente en la mina *Pepe*. Se observan en ésta importantes labores á cielo abierto, arrancándose mineral como fundente con destino á la fábrica de plomo de Peñarroya (Córdoba); y si como mena de hierro no parece tener suficiente ley para ser explotada, cual fundente es inmejorable, no sólo por la conveniente mezcla de los tres carbonatos de hierro, de magnesia y de cal, sino además por no contener traza alguna de cuarzo ni de rocas ó minerales silíceos que amenguarían su valor.

Sensible es que no se hayan hecho todavía algunas labores de investigación para apreciar la verdadera importancia de las seis minas citadas del término de Guadalcanal; pero desde luego se comprende la tienen muy grande las concesiones de la Jayona, acerca de las cuales debo insistir todavía.

A causa de la irregularidad de los criaderos, no es posible aventurar una cifra correspondiente á la ley media en cada fila de bolsadas; ó dicho de otro modo, no es posible señalar con mediana aproximación un número que represente la cantidad de toneladas encerrada en ellas. Por el examen del terreno se sospecha que es muy elevada; pero las equivocaciones en más ó en menos pueden ser de demasiada entidad para que un ingeniero fije una cifra que seguramente sería enmendada en cuanto se hiciesen los primeros reconocimientos ó se inaugurasen las primeras labores de explotación en grande escala. Sobre este punto sólo cabe repetir que la riqueza de mineral en la Jayona quizás puede no ser inferior á la reconocida últimamente en el cerro del Hierro de San Nicolás, cuya explotación anual llega ya á 400000 toneladas.

También la irregular repartición de metal en esas filas ó fajas de bolsadas ha sido causa de que se aprecie en muy diversas cantidades la riqueza en hierro de la Jayona. Para aproximarse á la realidad en su apreciación, hay que evitar dos causas de error que nos conducirían á dos extremos equivocados. En primer lugar no se debe suponer que solamente los afloramientos de los criaderos dan idea de su importancia, pues hallándose éstos cubiertos en la mayor parte por la tierra vegetal de la vertiente norte de la Jayona, si se repara que las zonas más ricas en oligisto son las más blandas, es natural que las más recargadas de carbonatos, que son las más duras y resistentes á los derrubios y precisamente las más pobres, sean también las que

resalten en las laderas de la sierra. A juzgar por las crestas más salientes, la Jayona aparecería menos metalífera de lo que pudiera ser. En segundo lugar tampoco se debe señalar para toda la longitud de las concesiones la misma riqueza en hierro que la que se estimase al medir y examinar las fajas de bolsadas á través de una sola línea que las cruzase perpendicularmente en una dirección determinada, pues otro cruce distinto del que se eligiese, más al Norte ó más al Sud, nos resultaría muy diferente, y otra causa de error que nos induciría á dar una cubicación de mineral muy exagerada, procedería de señalar como oligisto, con la riqueza en metal del 60 al 70 por 100, todas las menas de las diversas fajas de bolsadas donde al lado de muestras de óxido enteramente puro hay otras de mucha menos ley y hasta del todo estériles.

En estos últimos años se han hecho trabajos de investigación que me permito declarar inútiles para poder apreciar la verdadera riqueza de los criaderos de la Jayona. Cierto número de pocillos elegidos á la ventura, muchos á muy cortas distancias entre sí, todos muy someros, la mayor parte que sólo merecen el nombre de calicatas, son insuficientes para un examen formal y concienzudo de la riqueza que esa sierra encierra.

Trabajos de mucha mayor importancia, y por tanto, mucho más costosos, serían necesarios para apreciar si tales criaderos son comparables al cerro del Hierro de San Nicolás del Puerto. De no haberse practicado una galería de reconocimiento que á más bajo nivel de los trabajos antiguos hubiese cortado las siete fajas de bolsadas reconocidas, preferible hubiera sido la apertura á cielo abierto de una trinchera perpendicular á tales fajas, de 3 á 5 metros de profundidad, con cuyo corte se pusieran á descubierto sus espesores efectivos y la ley media de mineral que para todas resultasen.

Con los pocillos y calicatas recientemente abiertos, es imposible formarse idea aproximada de bolsadas que en sitios pasan de 10 metros de espesor, y cuyo mineral se halla tan irregularmente diseminado, que sin desmontes de varios miles de metros cúbicos no creo haya persona que se atreva á fijar una ley media de riqueza en todo lo que pueda ser aprovechable.

Cuantos ingenieros trataron de la riqueza metalífera de estos criaderos, discurrieron principalmente acerca de los medios de su transporte más bien que de los de su laboreo. Su explotación, en efecto, sería fácil y sencilla, pues la proximidad de las filas de bol-

sadas y el relieve de la tierra permitirían un arranque muy fácil á cielo abierto. La cuestión económica para su explotación en grande escala, se concreta exclusivamente á los medios de transporte á las vías férreas inmediatas. En este asunto manifestaré, suponiendo que el mineral de la Jayona se destinase á la exportación por el puerto de Sevilla, que puede haber dos trazados de enlace con la línea de Mérida á esa capital, uno por la sierra del Agua y otro á la estación de Alanís. El 1.°, que es de 13 quilómetros, exige un gasto de 2.314000 pesetas, y el 2.°, que mediría 20, se reduciría á 1.180000 pesetas; y esto consiste en que el terreno es más quebrado y de más costosa expropiación para el primer trazado.

A esta primera ventaja en favor de la línea de enlace por Alanís, se agrega otra de mucha entidad, tratándose del transporte de millones de toneladas. Por la sierra del Agua, el recorrido en las líneas generales en explotación asciende á 107 quilómetros y se reduce á 97 por Alanís. La elección no es dudosa.

Pero es el caso que á 69 quilómetros de la estación de Fuente del Arco se halla la de Peñarroya, es decir, la cuenca carbonífera de Belmez, y esta circunstancia induciría á pensar si los ricos minerales de la Jayona deberían más bien beneficiarse en el país, es decir, en esa misma cuenca. Un ramal de vía férrea de la Jayona á la estación de Fuente del Arco no mediría más de 8 quilómetros, y su coste quilométrico sería á lo sumo igual al del trazado por la sierra del Agua, es decir, que el gasto se reduciría á lo más á 472000 pesetas. Pero valiéndose de un sistema cualquiera de cables aéreos, todavía aquel importe se rebajaría en 50 por 100 próximamente.

Si, como es posible, los criaderos de la Jayona se prestan durante muchos años á una explotación anual por lo menos de medio millón de toneladas, su más racional y más ventajoso aprovechamiento estaría llevando las menas á la cuenca de Belmez, á cuyo efecto la Compañía que emprendiese el laboreo podría obtener, sin duda alguna, concesiones muy beneficiosas de la del ferrocarril económico de Peñarroya á Fuente del Arco.

Para concluir haré por fin otra indicación. Sencilla la explotación de los criaderos, expeditos y baratos sus medios de transporte, ¿qué haría falta á los minerales de la Jayona para ser transformados, si no en hierros comerciales, cuando menos en lingote? Carbón barato. Pues bien: en la cuenca de Belmez y Espiel todavía hay muchas hectáreas muy poco exploradas, cuyas concesiones siguen impro·

ductivas desde hace medio siglo, y que están próximas á ser negociadas para su explotación. Me refiero principalmente á las minas de la Sociedad Manchega-Bético-Vizcaina, cuyo domicilio social radica en Sevilla y que al ponerse en explotación resolverían claramente el beneficio de las menas de Fuente del Arco y Guadalcanal.

Minas en los términos de San Nicolás y Constantina, provincia de Sevilla, y de Hornachuelos, en la de Córdoba.

Marchando de Norte á Sud, las minas que constituyen este grupo son las llamadas *Unión*, *Segunda Ampliación*, *Segunda Provisional*, *San Carlos*, *Provisional*, *Tercera Ampliación* y *San Rafael*, siendo las tres últimas las más próximas al grupo en explotación del Cerro del Hierro.

Por la misma irregularidad de los yacimientos y de la disposición sinuosa y poco manifiesta al exterior de sus minerales, se comprende perfectamente que hasta un criadero de tanto interés como el del Cerro del Hierro de San Nicolás haya permanecido ignorado ú olvidado por largo tiempo; algo análogo podría suceder con los yacimientos que son objeto de esta nota, ya que forman la prolongación á levante del mismo conjunto, aún no bien determinado, pues es preciso tener presentes las condiciones topográficas de la comarca para comprender la preferencia ó antelación de las actuales explotaciones del Cerro del Hierro.

Este forma un saliente en el terreno sobre las depresiones que lo limitan, en una de las cuales radican las concesiones de que se trata, y aquel saliente, de más de 100 metros de altura por el lado occidental, precisamente el que corresponde á su salida hacia el ferrocarril de Mérida á Sevilla, es una condición favorable para su reconocimiento y para la explotación económica, tanto para el arranque de mineral por grandes tajos á cielo abierto, cuanto para verter cómodamente las enormes masas de escombros, en general tierras arcillosas, que es imprescindible extraer con el mineral.

Condiciones tan favorables no existen en el grupo de la *Unión*, *Ampliación*, *Provisional*, etc.; mas no por eso dejarían de trabajarse con ventaja y también con grandes tajos á cielo abierto, buscando en el terreno, por su prolongación meridional, otras depresiones del suelo, si no muy profundas, en cambio bien extensas.

Se observa claramente en estas minas que las bolsadas de mineral forman á modo de manchas de tierras rojas obscuras, de contornos irregulares, con anchuras que varían entre 50 y 250 metros y que denotan los puntos donde abunda el mineral. Una de las manchas más extensas existe en la zona de contacto de las minas *Paulina*, *Férrica* y la *Unión*, extendiéndose por el centro de esta última con profusión de cantos sueltos de oligisto enteramente puro. Otra mancha todavía más extensa se muestra en la parte occidental de la misma *Unión*, *Segunda Ampliación* y *Segunda Provisional*, afecta una gran porción de la *Provisional*, y se prolonga por el S. hasta la *Tercera Ampliación* y *San Rafael*. El límite oriental de estos criaderos está en las vertientes occidentales del Almagro, que es un cerro alargado de N. 25° E. á S. 25° O., compuesto principalmente de pizarras estériles, y que comprende una parte de las concesiones *Segunda Ampliación*, *Segunda Provisional* y *San José*. La concesión *San Carlos* se halla más al E. desprovista de oligisto, pero con señales de hematites. Se marca en el terreno la línea de separación de la zona rica y de la estéril por una faja de brechas dolomíticas ferruginosas, inmediatamente sobrepuestas á las pizarras arcillosas que pasan, entre otros sitios, á 50 metros al E. del mojón NO. de la *San José*, ó sea del punto de partida de la *Provisional*, y á unos 180 metros también al E. del mojón SO. de la misma *San José* que coincide con el mojón NO. de la *San Rafael*.

Entre las dos fajas principales de mineral hay otra de pizarras arcillosas estériles, que se interpone á modo de cuña, con un ancho de 50 á 60 metros en la *Segunda Ampliación* y *Segunda Provisional*, reducida á 15 metros en la *Provisional* donde termina.

En ninguna de las minas mencionadas se ha hecho la más insignificante labor que permita reconocer en profundidad, por pequeña que fuese, la disposición y la importancia de estos criaderos. Se puede juzgar de ellos por la analogía con el grupo colindante del Cerro del Hierro; y como los caracteres exteriores no varían entre aquéllas y éste, es lógico admitir que son de riqueza y condiciones semejantes. Por tal razón creo que en el grupo de que se trata deben practicarse labores de reconocimiento, que pueden consistir en grandes tajos á cielo abierto, á través de las fajas de bolsadas y en los puntos donde las tierras arcillosas presenten mayores cantidades de cantos sueltos de oligisto. Sólo así se podría formar una idea aproximada de la mayor ó menor importancia de estos registros; y en caso

favorable, formar un plan de labores para su aprovechamiento y estudiar el medio más ventajoso de conducir el mineral á la estación de Cazalla. El gran desnivel que hay entre esta última y las minas, permitiría establecer con facilidad un sistema de cables aéreos como lo más conveniente.

Antes de terminar diré cuatro palabras acerca de otros criaderos de hierro, que forman un grupo muy distinto.

A 8 quilómetros al E. de las Navas de la Concepción, en el paraje llamado *Los Sumideros*, dependiente del término de Hornachuelos (Córdoba), también en las calizas dolomíticas sobrepuestas á las pizarras abundan las manchas de carbonatos de hierro amarillento, entre los cuales se presentan dos variedades de oligisto bien conocidas: la acerada en nódulos irregulares, y el oligisto negro micáceo en vetillas que en pocos sitios alcanzan un centímetro de grueso. Corresponden estos criaderos á la faja metalífera que comienza en la sierra del Caballo, al E. de las Navas, y se prolonga al SO. más de 6 quilómetros de largo por los confines de las provincias de Córdoba y Sevilla. Ninguna labor de reconocimiento existe por estos parajes; mas sin asegurar que tales yacimientos estén enteramente desprovistos de interés, á juzgar por el aspecto exterior y la falta de cantos sueltos de oligisto, es seguro que son de menos valor que los del Cerro del Hierro de San Nicolás. Hállanse además á distancias tan grandes de las vías de comunicación, que su utilización, en el caso más favorable, sería bastante costosa.

Minas en el término de Feria, provincia de Badajoz.

Ya se ha dicho que con alineación de NO. á SE. que tienen por regla general los estratos de Sierra Morena, se halla en ésta una formación de excelentes minerales de hierro que, comenzando á poniente de Feria, sigue por el sud de Llerena, pasa á la sierra Jayona de Fuente del Arco, á la del Agua de Guadalcanal, cruza por los términos de Cazalla, Constantina y El Pedroso, y concluye cerca del Guadalquivir en el de Puebla de los Infantes.

Caracterés idénticos tiene por todas estas partes la formación de minerales de hierro, á la que sirven de yacente las pizarras cambrianas y de pendiente las calizas, donde, por razones de composición y estructura, se abrieron grandes soplados y oquedades, pos-

teriormente rellenos, total ó parcialmente, con óxidos de hierro.

En Feria, lo mismo que en los otros sitios citados, abundan las menas de oligisto y magnetita, con las cuales se asocian los carbonatos de hierro, de magnesia y de cal, mezclados en toda la diversidad de proporciones que puedan idearse. No son bancos, ni filones, las formas de estos criaderos, sino bolsadas y masas irregulares generalmente ensanchadas cerca de la superficie, estrechadas en vetas tortuosas, más ó menos entrelazadas á cierta profundidad, y con inclinaciones de 70 á 80 grados.

En dos parajes diferentes se presentan los criaderos de hierro de Feria. Se ve una masa á 4 quilómetros al S. del pueblo en la vertiente meridional de la sierra del Alcornocal; y otra que parece más extensa, entre 2 y 3 quilómetros al O. del mismo, por las sierras de la Herrería y Lobera. Entre ambas masas resalta en la sierra Vieja un islote de sienitas y pórfidos anfibólicos de diversos colores y texturas, cuya aparición entre las capas sedimentarias debió estar íntimamente ligada con los depósitos de minerales de hierro. Tan clara es en Feria esta relación, que el oligisto micáceo, la especie más abundante, se presenta en hojas delgadas, costras y vetillas, incrustado en la misma masa de pórfido.

Así se ve principalmente en la mina *Tres Amigos*, situada en la sierra del Alcornocal; y tan excesiva diseminación de gran parte del mineral de hierro entre la roca estéril distingue este criadero de Feria de los de los otros términos y lo hace, en conjunto, menos aprovechable. En la mina hay, sin embargo, otra parte del criadero donde el oligisto, en sitios micáceo y hojoso, en sitios de grano fino y acerado, se aisla en masas muy puras de dimensiones de alguna importancia; y una sección hay que en más de 200 metros de longitud presenta anchos comprendidos entre 4 y 12 donde el mineral se concentra bastante libre de materias inútiles. Determinar con estos datos la riqueza de la mina sería tan gratuito como arbitrario, pues en ella no se han hecho más que zanjas poco profundas, y tan insignificantes trabajos de investigación no sirven para apreciar la marcha que en profundidad pueda tener el criadero.

Algo más extensas, aunque también insuficientes, son las labores abiertas en la masa que á P. de Feria se extiende por las sierras Lobera y de la Herrería, donde respectivamente radican la mina *San José* y las *Unión* y *Estrella*, que aparecen con más abundancia de mineral. En la sierra Lobera hay diversos socavones, en uno de los

cuales se reconoce un espesor de la masa de más de 10 metros; pero mezclándose el oligisto y la magnetita con la siderosa y la dolomía, que rebajan la ley media. Allí, como en la mina *Tres Amigos* del Alcornocal, sube la ley al máximo que puede tener el oligisto, ó sea á cerca del 69 por 100, pero únicamente en los sitios de reducidas dimensiones donde se aisla ese óxido de los otros cuerpos citados con que se mezcla por debajo de los bancos de caliza que encajan el criadero. En otra galería se juntan con los minerales de hierro la pirita ferro-cobriza y la barita, y la presencia de estos elementos hace pensar si en profundidad se convertirá el criadero enteramente en dicha pirita con mezcla de otros minerales cobrizos.

En la mina *Estrella*, á poco más de un quilómetro á poniente del pueblo se abrieron grandes zanjas y dos pozos de 12 metros, uno de ellos enteramente excavado en mineral, que en ciertos puntos presentó más de 3 metros de potencia.

Imposible es apreciar ni aun aproximadamente la cantidad de mineral que contienen estos criaderos, tanto por su extrema irregularidad, cuanto porque las labores de investigación son demasiado someras; y sin que se abriesen otras más profundas, sería muy aventurado emitir una opinión concreta. Los criaderos de Feria son de los que ni se presentan claramente como abundantes y con los caracteres de un negocio productivo, ni tan escasos que merezcan desdeñarse en absoluto. Lo que desde luego se puede afirmar es que la masa del Alcornocal donde radica la mina *Tres Amigos* no es de suficiente importancia para que por sí sola costease los gastos de una vía de enlace al ferrocarril de Zafra á Huelva, que tendría una longitud de 20 á 22 quilómetros hasta la estación de la Puebla ó de Medina de las Torres. Repartida la propiedad minera de las otras masas que hay al occidente de Feria entre varios interesados, si un particular ó una Compañía no adquiriese todos los grupos del término, sería difícil resultase un negocio productivo, y aun en el caso de que para el mejor aprovechamiento, todas las concesiones viniesen á parar á una sola mano, se habría de reconocer si las masas de mineral, atendida la fuerte inclinación con que se presentan, llegan con espesores de alguna consideración hasta una profundidad de 100 metros por lo menos, lo cual es demasiado dudoso.

Minas de la sierra de Córdoba.

Las minas de hierro de que se trata en esta nota son los dos grupos llamados de la *Luisa* y de la *Porrá*, sitas al N. y al NO. de Córdoba en la sierra que limita al septentrión el valle del Guadalquivir.

Grupo de la Luisa.—Se compone de las concesiones siguientes:

Luisa..........................	80	pertenencias.
Ampliación á la Luisa.............	64	—
Segunda Luisa...................	68	—
Los Pedros......................	99	—
Carmen.........................	125	—
San José........................	32	—
Honorato........................	30	—
TOTAL..................	498	—

Las minas *Luisa* y *Los Pedros* son las dos en que se han practicado labores de investigación, y, por consiguiente, las únicas donde pueden observarse con alguna claridad las condiciones de yacimiento de los criaderos.

El punto de partida de la mina *Luisa* se halla á 7 quilómetros al N.NO. de Córdoba en el cerro de los Quinientos, sobre la derecha de la cañada del Rey, frente al cortijo de San Llorente, y las condiciones de su criadero se observan en las diversas labores que se describen á continuación:

Un socavón de 25 metros de largo formado por dos zanjas que tienen $2^m,50$ de anchura y de 2 á 6 de profundidad. Se reconoce que en esa anchura se intercalan entre las pizarras cloríticas varias masas ligeramente inclinadas al NO. de hematites roja con costras de oligisto, que envuelven muchos cristales de cuarzo cristalizado, substancia que hace sea este mineral demasiado ácido.

Al N. del anterior se halla otro socavón de 25 metros de largo precedido de una zanja de 14 metros. En la galería se abren dos pozos, uno á la derecha de $6^m,80$, todo en mineral, y otro en el frente de $2^m,50$. En sentido vertical tienen estas labores unos 20 metros de mineral con intercalaciones de pizarra estéril verde y rojiza que

reducen la parte útil próximamente á la quinta parte, ó sea á unos 4 metros de espesor; y á 10 metros más al N., en otra labor ramificada en tres direcciones, se encuentra el mineral con gruesos comprendidos que varían de 2 y 3 metros.

Entre estas labores y las siguientes, los bancos se levantan inclinados al S., en algunos sitios cerca de la vertical; pero en el límite N. de la concesión vuelven á tenderse aproximándose á la horizontal.

Más al NE. del segundo socavón citado se halla otro precedido de una gran trinchera de 24 metros, casi toda abierta en pizarras, y á continuación hay tres galerías: una muy tortuosa á 12 metros de la superficie, parte abierta en mineral, parte en estéril en los 32 metros de su longitud; y de ella arrancan á su vez otras dos galerías, la mayor de 9 metros que sigue por el pendiente, y la otra de 6 metros que cruza oblicua el criadero. A 6 metros de la anterior están otras dos galerías cuyas bocas se tocan. La de la derecha rompe todo el terreno hasta el otro lado del cerro y tiene 14 metros, gran parte en mineral; la de la izquierda sólo lleva mena en el pendiente, y se reduce á un registro de 3 metros de largo. La que sale al otro lado del cerro va seguida de un corte de 22 metros de longitud, gran parte en estéril.

A 13 metros al E. de estas labores hay una trinchera de 6 metros de largo, por 1 á 3 de hondo, donde se observa que el banco de mineral alcanza unos 4 metros de grueso, pero se halla mezclado con un 20 por 100 de cuarzo, levantándose por esta parte los estratos con 65° de inclinación al S.SE.

Además de estas labores hay abiertos 19 pozos, muchos hoy cegados y el más hondo de 34 metros, donde se cortó oblicuamente una masa de hematites hasta de 5 metros de grueso. Este pozo, que es el núm. 12, es el situado más á L. de la concesión. El núm. 8, que profundizó 11 metros, cortó el criadero con un metro de espesor en su principio, pero reduciéndose en su fondo á 20 centímetros, entre un filón de cuarzo, que puede ser indicio de haber otros metales, y que tiene por pendiente bancos de caliza continuados por el límite N. de la concesión con buzamiento de 15 á 20° al N.NE.

Más al O. del pozo 8 hay una calicata en que se extienden las capas hasta muy cerca de la horizontal, y en ella se nota claramente que las condiciones del criadero de la *Luisa* son idénticas á las de otros ferríferos análogos de las provincias de Badajoz, Sevilla

y Córdoba, pues se presenta este orden sucesivo de sobreposición:

1—Pizarras y filadios cloríticos como base ó yacente del criadero.
2—Manto de mineral con espesores comprendidos entre 1 y 2 metros, constantemente penetrado por vetas y geodas de cuarzo cristalino, en proporciones comprendidas entre el 10 y el 20 por 100.
3—Caliza del pendiente que desapareció por roturas y derrubios en la parte meridional de la mina *Luisa.*

En resumen, la serie completa de estratos forma repetidos pliegues por todo el espacio de la concesión, que en una mitad próximamente de la superficie está desprovista de mineral.

La mina de *Los Pedros* se halla al S. de la *Luisa* en el cerro de San Llorente, y fué una antigua mina de cobre, viéndose muchos escombros manchados de azul y verde por el carbonato de este metal. Existen en esta mina varios desmontes y sacavones donde se observa que sobre unos bancos de pizarras silíceas y cuarcitas pizarreñas, hay una fila de bolsadas alargadas de hematites compacta y cavernosa con cuarzo cristalino y carbonato de hierro. Los espesores de estas bolsadas varían entre 1 y 3 metros y se sobreponen á ellas las capas de calizas brechoides y compactas que inclinan de 50 á 60° al S. 20° E.

Probablemente el criadero de esta mina es la prolongación meridional del mismo de la *Luisa* que quedó cortado y fué arrastrado por los derrubios en la parte donde hoy se abre el barranco ó vallejo de San Llorente.

Nada puede decirse de las otras concesiones de este grupo, pues no se ha practicado ningún trabajo de investigación; mas á juzgar por el aspecto del terreno, probablemente la cantidad de mineral de todas no representa una gran superficie, en la que no deberá señalarse más de un metro como término medio del espesor de mena, y aun para afirmar de una manera rotunda que así sea, será preciso continuar los trabajos de investigación en las concesiones no exploradas y proceder al examen minucioso del terreno hasta decidir resueltamente si es ó no conveniente la explotación de este grupo, y todo sin olvidar que el mineral es demasiado silíceo.

El *Grupo de la Porrá* se halla situado á 15 quilómetros al NO. de Córdoba, entre el pueblo de Santa María de Trasierra y el río Gua-

diato, cerca de su desembocadura en el Guadalquivir por terrenos bastante montuosos.

Se compone de las siguientes concesiones:

Matilde	220	pertenencias.
María Ana	20	—
María Amalia	40	—
San Pablo	80	—
Purita	45	—
Santa Tecla	12	—
TOTAL	417	—

La principal de las seis minas es la *San Pablo*, cuyo punto de partida está á 40 metros al S. del cruce del camino de la Val de la Huerta á Córdoba con el de Almodóvar. Cerca de aquel punto, por ambos lados del Arroyo de las Yegüerizas asoma entre las pizarras un pórfido anfibólico, rojo obscuro, muy ferruginoso, en indudable relación con el criadero de hierro que se pretende explotar.

Cerca del dicho punto de partida llamó la atención hace varios años una gran masa de hierro oligisto que en algunos sitios medía 32 metros de grueso, si bien en longitud apenas pasaba de 100. En ese oligisto abunda el cuarzo cristalino, íntimamente mezclado, y el criadero encaja entre las pizarras infrayacentes y la caliza algo ferruginosa. No se ha explorado lo suficientemente el yacimiento, y es probable que no tenga tanta importancia como en el país le han atribuído. No obstante, se ven señales de su continuación por el cerro del Almagro al S. de la casa de los Prados, y allí las capas de caliza sobrepuestas inclinan de 50 á 60° al N.NE., marcándose además una inflexión en la faja ferrífera que se retuerce al SE., levantándose más al S. todos los bancos hasta los 75° de buzamiento al S.SE.

Cerca de 3 quilómetros continúan las manchas ferruginosas inmediatas á las calizas, con anchos que varían de 5 á 15 metros; pero á lo sumo una quinta parte de estas cifras es lo que puede considerarse como mineral.

En resumen, está menos descubierto el criadero de este grupo que el del anterior; y sin más extensas labores de reconocimiento no sería prudente decir nada definitivo acerca de él.

Minas de la sierra del Madroño, en las inmediaciones de Hellín, provincia de Albacete.

Las aguas termales de Fortuna, Archena y Alhama en la provincia de Murcia, son los últimos restos que han llegado hasta nuestros días de una serie de fenómenos hipogénicos, con los cuales se puede relacionar la formación de los criaderos minerales de la región SE. de España. Desde el final de la época terciaria hasta los comienzos de la cuaternaria, aquellos fenómenos geológicos ejercieron su acción en una ancha zona comprendida á lo largo de la costa del Mediterráneo, desde la sierra de Gata hasta la de Cartagena, según lo indican actualmente los asomos traquíticos de dichas dos sierras, de la de Mazarrón y de las inmediaciones de Hellín, en cuyas minas de azufre también descuella un cerro de esa roca eruptiva.

Muy variada es la composición de los criaderos minerales de esta región, figurando en primer término por su riqueza y abundancia los de plomo argentífero, y en segundo término los de hierro, entre los cuales se han reconocido como de principal importancia los de Cartagena, de Morata, de Pulpí y de Cehegín.

En diferentes parajes de las inmediaciones de Hellín existen criaderos parecidos, algunos de los cuales, aunque no presenten tan grandes cantidades de mineral como aquéllos, no dejan de ofrecer interés; pero en la imposibilidad de tratar ahora de todos ellos, limitaré esta sucinta nota á los que se encuentran en las vertientes septentrionales de la sierra del Madroño, situados á poco más de dos leguas al NO. de Tobarra.

Actualmente existen allí doce registros, siguiendo los afloramientos de un criadero en varios sitios ramificado, pero cuya continuidad se puede seguir sin interrupción en una longitud de 3700 metros que comprenden aquéllos. Marchando del E. al O., los nombres de esas doce minas y sus respectivas extensiones son las siguientes:

Luz...........................	30	pertenencias.
P. G. Bermúdez..................	12	—
Fundación de Pedro..............	60	—
María...........................	12	—

San Antonio	12	pertenencias.
Pasionaria	30	—
San Ildefonso	18	—
San Evaristo	39	—
Ampliación	12	—
Caridad	15	—
San José	4	—
Audaz	12	—

Suman un total de 256 pertenencias, que en su mayor parte corresponden á una sola Compañía formada por la asociación de diversos registradores.

En varias de esas minas no se hicieron todavía labores de reconocimiento; en otras se han abierto calicatas demasiado superficiales, y en algunas se hicieron pozos y galerías inclinados, de exiguas profundidades é irregulares dimensiones.

Consiste el criadero de la sierra del Madroño en una capa-filón con repetidos ensanches y estrecheces á modo de rosario, encajado entre margas y calizas cenicientas y blanquecinas que se alínean casi de E. á O. inclinando entre 25 y 40° al S. 15° O. Esas rocas pertenecen á la formación cretácea inferior, ó sea al neocomiense superior, á juzgar por algunos restos fósiles que, si bien escasos, por allí se observan; y dichas calizas, en su contacto con el criadero, están parcialmente transformadas en dolomías brechoides, rojizas, con mezcla de carbonato de hierro.

No se han practicado suficientes trabajos de investigación para poder apreciar la potencia media de este criadero, que parece comprendido entre 1 y 3 metros, según se detallará á continuación, al reseñar las labores que hoy se hallan en los diferentes registros.

El mineral consiste en una hematites parda compacta muy pura, con poco cuarzo, en unos sitios concrecionada, y esponjosa en otros, con una ley que varía del 54 al 57 por 100 de metal, según análisis recientes.

A 140 metros al O. de la fuente de la Umbría, en la mina *P. G. Bermúdez*, se hallan las dos labores más orientales del grupo. Es la primera una calicata abierta á modo de cueva en una caliza dolomítica, rojiza y muy compacta, cruzada por muchas vetas de hematites mezclada con ocre y carbonato de hierro. Varía entre 10 y 25 centímetros el grueso de esas vetas, que irregularmente se bifurcan y

entrecruzan; y no parece que en esta parte sea el criadero de mucho interés, pudiendo ser que allí se encuentre su extremo oriental.

A 148 metros más al O. de la anterior hay otra calicata abierta á modo de la boca de una galería, donde las vetas de hematites concrecionada siguen igualmente mezcladas entre los carbonatos de hierro y de magnesia con diferentes huecos ó soplados, señales evidentes de que por bajo de ellos pueden encontrarse bolsadas rellenas de mineral, análogamente á lo que se observa en los criaderos plomizos de la sierra de Gador, en la de hierro de la Alhamilla, próximo á Almería, y en otros muchos sitios. Cerca de un quilómetro más al O. se halla el punto de partida de la mina *María*, donde hay un pozo de 6 metros cuadrados de sección, con sólo 5 de profundidad, á continuación del cual siguen otras labores inclinadas é irregulares. En algunos puntos pasa allí de 2 metros el espesor del criadero, y la hematites, que es concrecionada y cavernosa, encaja entre la caliza brechoide magnesiana. A 23 metros al SE. de ese pozo, á continuación de un anchurón á modo de cueva, existe otra galería inclinada, hace unos sesenta años abierta, según cuentan, en busca de minerales de plomo ó de cobre, más bien que de hierro.

A 42 metros al SO. del punto de partida de la *María* hay otra calicata hecha sobre vetas insignificantes derivadas del criadero.

Sobre éste hay dos labores abiertas hace poco tiempo en la mina *San Antonio*, en las cuales se comprueba la continuación del criadero con gruesos comprendidos entre uno y dos metros de hematites compacta; y siguiendo más al O. se ven otras dos labores en la *Caridad*, donde el ancho de aquél varía entre 3 y 6 metros, aumento de espesor que coincide con irregularidades y pliegues de las capas del terreno, viéndose desgajadas numerosas cuñas de caliza magnesiana entre las hematites, mezcladas con limonitas y ocres amarillentos.

En los confines de la *Caridad* y *San José*, pero incluido en esta última mina, pues se halla á poco menos de 100 metros del punto de partida, también se abrió hace poco tiempo un pozo de investigación, donde en 3 metros de anchura se doblan las vetas de hierro con 25 á 40° de inclinación al N., derivándose de ellas diferentes ramificaciones irregulares de gruesos muy variables.

Las labores más extensas de la sierra del Madroño se hallan junto al punto de partida de la concesión de *San José*, comienzan por una ancha excavación á cielo abierto que baja en rampa hasta más de 5 metros de profundidad, y al final de ella hay una galería de otro tan-

to de largo, alineada al E. 30° N., que se bifurca en otras dos muy inclinadas, cada una de 12 metros de longitud. En la de la izquierda, que tuerce al N. 10° O., la hematites compacta tiene el grueso de 2 metros por término medio, y entre su masa se intercalan varias vetas de manganeso y de ocre. La galería de la derecha se alinea al E.NE., tuerce otros 12 metros al E.SE., y en su remate se abrió un pocillo fuera del criadero entre las brechas dolomíticas.

En resumen, el principal interés del criadero de la sierra del Madroño se halla entre las minas *María* y *San José*, en la longitud de 2 quilómetros próximamente, distancia de bastante entidad para inducir á creer que en profundidad pudieran encontrarse masas de mineral de mayor importancia que las que se ven en la superficie. Tampoco sería un caso singular que á ciertas profundidades, como en muchos puntos ha ocurrido, este criadero, que es de hierro en la superficie, se convirtiese en otro de plomo ó de cobre ó mezcla de otros varios metales; mas á juzgar por los afloramientos sólo debe considerarse como de hierro. Más fácil sería que en algunos sitios, alcanzada cierta profundidad, se levantase este criadero acercándose á la vertical, con mayores inclinaciones que las observadas en sus afloramientos.

Como es bien sabido, comprobada la bondad de un mineral cualquiera, ocurren para su aprovechamiento estas tres cuestiones, á las que inmediatamente se pide á todo ingeniero su parecer: 1.ª, la cantidad que puede contener el criadero; 2.ª, las mayores ó menores dificultades para su explotación; y 3.ª, los medios más económicos de transporte á las vías generales y puerto de embarque más inmediato. Pero no entraré en estas cuestiones; porque tratándose de un criadero irregular no es posible dar ni una cifra aproximada de su valor sin que se hayan practicado extensas y profundas labores de reconocimiento.

Minas de sierra Alhamilla, en la provincia de Almería.

Desde hace mucho tiempo son conocidos los criaderos de hierro de sierra Alhamilla, á los que no se prestó atención alguna por aquellos años en que se rebuscaban por sus montes los filones plomizos, hoy poco explotados en varios parajes y abandonados á causa de sus exiguos rendimientos.

Considerando en su conjunto los criaderos de hierro de toda la

sierra, y prescindiendo de datos é informes parciales de alguna de sus minas, dos Memorias impresas existen acerca de aquéllos que deben tenerse presentes. La primera es del año 1877, se debe al que fué Inspector del Cuerpo de Minas, D. Felipe Martín Donayre, y se titula *Datos para una reseña física y geológica de la región SE. de la provincia de Almería*; la segunda, más reciente, pues data del 1892, es la de D. Juan Pié y Allué, *Sobre los criaderos de hierro y de plomo de Levante de España*, con cuyas apreciaciones estoy en general de acuerdo. Tal es, con lo referente al origen de los criaderos; pero antes de pasar adelante expondré cuatro palabras acerca de la constitución geológica de esta sierra, cuyo conocimiento es de toda necesidad para comprender el verdadero valor y la importancia relativa de los criaderos.

I. Constitución geológica de sierra Alhamilla.—La más rápida ojeada desde una cualquiera de sus cumbres, basta para comprender que la sierra Alhamilla se compone de dos clases de rocas muy distintas: las pizarras cloríticas y micáceas, de colores claros, que se muestran con notable desarrollo en hondos y dilatados valles, y las calizas amarillentas, parduzcas y rojizas, más ó menos magnesianas y arcillo-ferruginosas, que sobresalen en fajas alargadas señalando cumbres paralelas alineadas al E.SE. con diversas inflexiones y soluciones de continuidad. En sus *Datos* ya citados, el Sr. Donayre incluyó en el cambriano ambas rocas que componen esta sierra y sus inmediatas, Cabrera y de los Filabres; mas posteriormente, en virtud de diversas exploraciones hechas por varios ingenieros de la Comisión del Mapa geológico de España, se rectificó la clasificación asignando á las pizarras una edad más antigua, trasladándolas al tramo superior del terreno estrato-cristalino, y fijando para las calizas otra mucho más moderna, ó sea la triásica superior.

Las capas más inferiores del primer grupo, ó sean las pizarras micáceas, se observan en las hondas depresiones que hay en las faldas meridionales de la sierra, por los barrancos Agua, Castro Polvareda, que descienden más de mil metros por bajo de la cumbre de Culataivi, el punto más culminante, á 1446 sobre el nivel del mar.

Las pizarras cloríticas y talcosas constituyen por su extensión más de las tres cuartas partes de la sierra Alhamilla, y aunque en varios puntos son consistentes y forman bancos que sobresalen con peñones sobre los recortados barrancos que por doquier las atraviesan, por regla general se desmenuzan en tierras sueltas ó en hojuelas pequeñas.

Es de la mayor importancia fijarse en la marcha de los estratos que componen la sierra. A pesar de su mucha antigüedad, las capas de pizarras y de las calizas suprayacentes, casi por todas partes se hallan con pendientes inferiores á 45°, y en muchos sitios están onduladas con la inclinación media de 20 á 25°, lo que no obsta á que en ciertos parajes buzen entre 60 y 70°, y hasta se acerquen á la vertical. Así sucede en los bordes de las fallas que, paralelamente á la alineación general, fraccionan la sierra en varias filas orientadas del O.NO. al E.SE.

El adjunto corte geológico (fig. 3) trazado de NE. á SO., á través de su dirección, puede dar idea aproximada de la disposición de las capas de pizarras y calizas, de las fallas que las cortan y de los criaderos que entre aquéllas se incluyen.

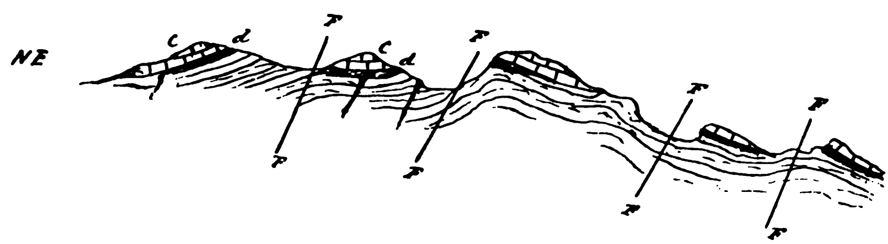


Fig. 3.

a—Pizarras micáceas.
b—Pizarras cloríticas y sabulosas.
c—Calizas dolomíticas.
d—Depósitos ó mantos irregulares de minerales de hierro.
e—Filones de galena, con piritas de cobre y minerales de hierro.
F. F—Fallas que cortan los terrenos.

En conjunto, las pizarras y calizas forman una gran comba ó bóveda, buzando al S.SO. las capas meridionales y al N.NE. las septentrionales, prescindiendo de las dislocaciones pequeñas, pliegues y rizos que se observan en los bordes de las fallas que cortan los estratos y que se marcan en las laderas de los barrancos.

Atraviesan las pizarras numerosos filones y vetas de cuarzo blanco que en varios puntos contienen galena, piritas de cobre y de hierro, y otros minerales. El espesor de aquéllas se aproxima á 1000 metros, teniendo en cuenta la diferencia de nivel que hay entre la cum-

bre de Culataiví y los llanos que por todos rumbos rodean la sierra. Las calizas, en cambio, que á modo de casquetes alargados las coronan, sólo en algún punto exceden de 100 metros de potencia, no debiendo asignarse más de la mitad como espesor medio. Estas calizas triásicas, que son en su mayor parte compactas y á veces semi-espáticas, se hallan fisuradas y desgarradas en diversos sentidos, con grandes oquedades ó soplados que en varios sitios se alargan en el sentido de las caras de junta, profundizando de una manera irregular y en considerable longitud donde los estratos tienen inclinaciones que pasan de 50 á 60°. Sobre las calizas hay mantos de brechas formadas posteriormente, pero tan compactas y tenaces como ellas, é íntimamente relacionadas con los criaderos de hierro.

Estas calizas tal vez formaron al principio una mancha continua enlazada con bancos de iguales caracteres y de la misma edad de las inmediatas sierras Cabrera y de Gador. Las repetidas dislocaciones que sufrieron los estratos desde la época triásica hasta nuestros días, y los enérgicos y continuados efectos de los derrubios desde larga fecha y sin cesar crecientes, motivaron que tales calizas se vean hoy aisladas en una porción de mogotes y de manchas alargadas, sobresaliendo en cerros recortados y escarpados peñones.

Siendo la provincia de Almería una de las de España donde con mayor intensidad se han mostrado los efectos del volcanismo terrestre, tal vez acompañados de emanaciones metalíferas de diversa composición, muy natural es que los criaderos de Sierra Alhamilla aparezcan en íntima relación con rocas eruptivas. Así se observa, entre otros puntos, por las vertientes meridionales de Culataiví, en el barranco García, que junto á los filones de hematites parda de la mina *Cucos Padres*, hay dos rocas hipogénicas ó eruptivas de caracteres y aspectos muy distintos. La que toca á uno de los filones es una diabasa descompuesta, roca parduzca, con ligero tinte gris verdoso, más pesada que el mineral de hierro, con el cual se asocia, y con quien pudiera confundirse en un examen superficial. A levante de esa roca, que es un silicato múltiple de alúmina, hierro, magnesia y otras bases, y tocando á ella, hay otra roca blanca compuesta principalmente de feldespato con hojuelas de mica blanca ó muscovita, y en la cual se descubren además, con el auxilio del microscopio, granos de cuarzo, cristalillos de turmalina negra y otras substancias accidentales: esta roca se descompone hasta el punto de poder desmenuzarse entre los dedos, y forma con la anterior una

mancha alargada de N. á S. que apenas alcanza una hectárea de extensión superficial.

Tal es, á grandes rasgos expuesta, la composición petrológica de la sierra Alhamilla, sin cuyo conocimiento preliminar no es posible formarse idea exacta de sus criaderos de hierro.

II. Criaderos de hierro de sierra Alhamilla.—En su inmensa mayoría los criaderos de hierro de sierra Alhamilla encajan en las zonas de separación de las pizarras y de las calizas, lo cual concuerda con su modo de formación. Producidas en las pizarras numerosas grietas al tiempo de originarse las rocas hipogénicas de que se ven ejemplos en aquélla, y en mucha mayor escala en la inmediata sierra volcánica de Gata, es posible que por las mismas grietas circularan abundantes aguas termales fuertemente cargadas de hidróxidos de hierro. Al tropezar éstos con rocas tan impermeables como las pizarras, marcharon hasta encontrar otras rocas, como son las calizas, de muy distintas cualidades, menos elásticas, más fáciles de resquebrajarse y más atacables por las corrientes hidro-termales, seguramente cargadas de ácido carbónico. Parte por la acción química de este último, parte por la acción mecánica de dichas corrientes y de las concusiones en el terreno, al originarse las masas hipogénicas entre esas calizas, se produjeron grandes oquedades ó soplados que hoy vemos en su mayoría rellenos de minerales de hierro más ó menos explotables. Y como en ese trabajo de demolición y sedimentación, causado por las emanaciones ferruginosas, se desgarraron en amplia escala las capas calizas, numerosos fragmentos angulosos é irregulares, de diversos tamaños, fueron cimentados ó ligados por los mismos materiales ferruginosos que se repartieron con visible desigualdad, ya aislados en masas ó bolsadas, ya entrecruzados en vetas y venillas de desigual riqueza.

De tal modo de formación resulta que las pizarras muy ricas en filones de cuarzo con minerales de plomo y de cobre, son muy pobres en minerales de hierro, los cuales, en cambio, se alojan en las calizas casi exclusivamente.

Los criaderos de hematites parda no forman filones ni bancos en la caliza, sino mantos irregulares de muy desigual espesor, según las variables magnitudes de los huecos que rellenaron. En algunos sitios se miden más de 30 metros de potencia, pero son más frecuentes los gruesos comprendidos entre 5 y 12 metros, no sin repetidos ensanches, estrecheces y soluciones de continuidad. Cortados á través de

su espesor, por multiplicadas rozas efectuadas en años anteriores, ó en afloramientos que todavía no han sido tocados por la mano del hombre, es frecuente observar secciones como las representadas en la adjunta figura 4.

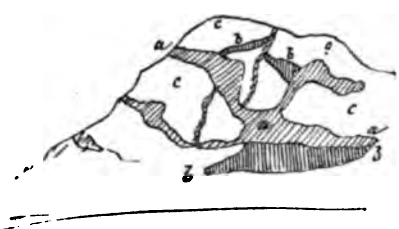


Fig. 4.
a—Hematites rica.
b—Mineral con mezcla de caliza.
c—Caliza envuelta entre mineral.

Los cantos de caliza envueltos entre mineral forman á modo de cuñas ó clavos estériles que en gran parte motivaron las irregulares y disparatadas labores con que esta sierra está acribillada en miles de parajes.

La excelente calidad de los minerales y la extraordinaria irregularidad en su repartición, son los dos caracteres distintivos de los criaderos de sierra Alhamilla.

Los minerales son en su casi totalidad una hematites parda fuertemente impregnada de manganeso que suele entrar por 3, 4 y hasta 5 por 100 del total. Según diferentes análisis practicados en distintas ocasiones, esta hematites se halla exenta de fósforo, de azufre y casi siempre de sílice, siendo de una pureza verdaderamente excepcional. El contenido en hierro metálico oscila, en general, entre el 50 y el 60 por 100, no siendo raros los ejemplares en que excede de esta última proporción. Con la hematites se asocia con mucha frecuencia el hierro espático ó carbonato de hierro, de que se ven hermosas agrupaciones cristalinas en diferentes parajes, principalmente en la mina *Manuela*. También el hierro oligisto se encuentra en varios puntos, sobre todo en la mina *T. H. A.*, donde es fácil encontrar ejemplares que contienen hasta el 70 por 100 de metal.

Las gangas que acompañan á estos minerales de hierro son muy escasas. En primer término se halla la caliza, que en nada perjudica

á su bondad, ya en hojas espáticas, ya con más abundancia en la variedad fibrosa y concrecionada, llamada aragonito, ó sea la *flos ferri* (flor del hierro) de los antiguos. Son varios los criaderos donde también se halla la barita en hojas delgadas blanquecinas; y por fin, aunque con mucha más rareza, se ven geodas y pequeñas vetillas con cuarzo hialino en cristalillos diminutos y en tan exiguas proporciones que influyen poco en la riqueza del mineral.

Otra cualidad apreciable en estos minerales de sierra Alhamilla es la tenacidad, por lo que es fácil su arranque en grandes trozos, sin que se desmenucen mucho por el transporte, lo que permite entregarlos al mercado con poca cantidad de polvo ó de menudo.

La desigual repartición de estos minerales es general por toda la sierra y en todas las minas; al lado de zonas muy ricas hay otras donde la caliza, más ó menos impregnada de hierro, no puede considerarse como mineral aprovechable; junto á bolsadas de grandes espesores hay varias vetillas que sólo tienen algunos centímetros y que en su mayor parte, aunque de mineral puro, serían prácticamente inexplotables tratándose del metal de más bajo precio de todos en el mercado.

Pocas palabras he de decir respecto á la edad geológica en que estos hierros fueron formados; detalle, por otra parte, de secundaria importancia desde el punto de vista práctico de la explotación. Se puede afirmar positivamente que la formación ferrífera es posterior á la época triásica, pues que á la parte superior de esta última corresponden las calizas entre las cuales se depositó el mineral. La proximidad de la sierra de Gata, cuyas rocas volcánicas, cargadas de materiales ferruginosos, son de época bastante reciente, justifica la creencia de que estas hematites se originarían hacia los fines de la serie terciaria, y tal vez en los comienzos de la cuaternaria, resultando así, si no contemporáneas, poco anteriores á la aparición del hombre sobre la tierra.

III. Explotación de los criaderos de hierro de sierra Alhamilla.—Es natural que á medida que se van agotando los ricos criaderos de mineral de hierro de las comarcas cuya explotación dentro y fuera de España ha sido muy activa, se rebusquen por otros países nuevos yacimientos con los cuales se mantenga la demanda del mercado, sin cesar creciente, pues el consumo del metal también aumenta sin cesar de año en año por todo el mundo.

Estimulados por el ejemplo de Somorrostro en estos veinte años

últimos, se exploran en España con creciente afán cuantos criaderos de hierro se sospecha que puedan ser objeto de lucrativos negocios; y entre todas las regiones de la Península, ninguna como la SE., es decir, las provincias de Murcia y Almería, es investigada con mayor insistencia.

Por un lado la proximidad al mar de los criaderos, por otro lado la extensión superficial de tantos centenares de quilómetros donde se encuentran, y á mayor abundamiento la inmejorable condición de sus ricos minerales manganesíferos, han motivado el establecimiento de grandes explotaciones, con poderosos medios de arranque y de transporte.

La sierra Alhamilla, tan inmediata al pueblo de España más aficionado á negocios mineros, cual es Almería, y tan próxima á la costa, no podía quedar atrás en este movimiento, agitado en gran parte por capitalistas vizcaínos enriquecidos en Somorrostro y por extranjeros relacionados con potentes establecimientos siderúrgicos de Europa y América. Y así fué que desde hace varios años se desarrollaron grandes instalaciones para transportes económicos en la parte occidental de la sierra, y en la actualidad se trabaja activamente en el otro extremo para ultimar otra vía férrea de enlace con el mar.

No cabe en mi propósito hacer aquí el juicio crítico de los proyectos que se inauguraron para quedar hoy en suspenso, ni de las vías que se están hoy terminando con la idea de emprender inmediatamente el arranque en escala vastísima, pero al final de este escrito expondré algunas consideraciones generales acerca del particular.

Lo que principalmente convendrá informar, es lo relativo á la mayor ó menor riqueza en hierro de esta sierra y á sus condiciones más ó menos favorables para su explotación; pero faltan datos para precisar lo que se desea, pues no existen labores regulares en que se descubran los criaderos de una manera satisfactoria.

La casi totalidad de los trabajos efectuados hasta la fecha son, ó grandes desmontes, no con mucho acierto ni fortuna dirigidos, ó infinidad de tortuosas trancadas con sinuosos registros, donde poco se puede apreciar sin los planos que las representen, y semejantes labores en muchos sitios perforan sin concierto las masas metalíferas, y en otros penetran sin provecho en las calizas ó en las pizarras. Entre varios centenares de trabajaderos tan disparatadamente abiertos, apenas hay alguno donde se manifieste con claridad la mayor ó menor importancia del criadero que se investiga y que al propio tiempo

se trataba de explotar, aun cuando sin la menor preparación racional y metódica.

Ateniéndonos á la disposición topográfica de tales criaderos y labores, tres grupos principales se distinguen: el occidental ó de Alfaro, el central de Culataiví y los Calares, y el oriental ó de Lucainena.

En el grupo de Alfaro se explotaron cantidades de alguna consideración en las minas *Cartagenera*, *Virgen del Romeral* y otras inmediatas, motivando instalaciones para el transporte de los productos, en las cuales se invirtieron sumas de bastante importancia. Varias de las labores son subterráneas é irregulares, repartidas en siete pisos separados 10 metros entre sí; pero en la mayor parte consisten en grandes rozas, á las que obligó la desigual repartición del mineral. Este se alinea en cuatro fajas principales: las dos extremas con espesores que varían entre 5 y 7 metros, y las dos centrales de 10 á 12 de potencia.

Esas fajas se extienden á las minas colindantes la *Rica*, *Angela*, *Julio*, *Antonio* y *Constantino*, viéndose claramente en la segunda la comba ó doblez que forman los estratos, como se dibuja en la figura núm. 5, donde con la letra *a* se representa una masa aislada de mineral en el vértice de dos mantos, *b* y *b'* de buzamiento opuesto, así como las calizas *c* que están sobrepuestas á las pizarras *p*.

En la *Rica* los hierros y las pizarras inclinan 40° al SO., ensan-

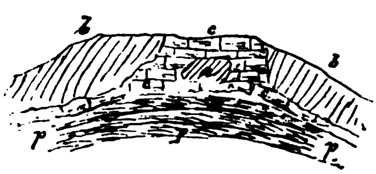


Fig. 5.

chándose el manto de mineral hasta tener 20 metros de potencia. Al E. de la *Rica*, en la *Felisa*, los bancos se tienden hasta ponerse casi horizontales en algunos puntos.

En los baños de sierra Alhamilla se muestran los grandes afloramientos de *Primero de Mayo* y *San Claudio*, donde se establecieron diversas labores subterráneas, distribuidas en 14 pisos distantes entre sí 10 metros y desmontados en su mayor parte á cielo abierto. En varias bolsadas que cortó el pozo *Sepultura* se halló un mineral muy rico en manganeso, pues entraba por el 14 por 100.

Más al N. de los tajos de Buendía hay otras varias concesiones, como *Pedro el Travieso*, *Conde del Venadito*, etc., donde el mineral impregna las calizas y las brechas con excesiva desigualdad. Algunos criaderos, como en *Pedro el Travieso*, tienen más del 12 por 100 de sílice. Entre estas minas y las del grupo central hay otras llamadas las *Provincias*, insuficientemente exploradas, ocupando la parte NO. de la sierra.

En el grupo central hay que distinguir dos zonas: la septentrional, ó sea de los Calares, y la meridional, ó sea de Culataivi. Cerca del cortijo de Solves se hallan varias minas, entre las cuales merece citarse la *Por si acaso*, donde se han efectuado varias labores de reconocimiento que demostraron la potencia de 7 á 8 metros del criadero, cuyo mineral, bastante rico, se halla dividido en secciones por la caliza. Inmediata á ella se encuentra la *No roncar*, cuyas capas se levantan con 70° de inclinación, si bien las pizarras infrayacentes que rodean el lentejón de caliza que encierra el mineral, están mucho menos inclinadas. Las labores de la mina *Brillante* y de la *Manuel y José*, colindantes á las anteriores, demuestran análogos caracteres.

Menos ricas parecen las minas *Gavilán*, *Aguila*, *Cuco* y *Salvador*, sitas más al NE. de las anteriores en cerros mucho más bajos y en los límites septentrionales de sierra Alhamilla, confinando con las margas terciarias que median entre ella y la de los Filabres. En estas minas los hierros negruzcos manganesíferos se mezclan con otros anteados amarillentos y con los terrosos de color morado, formando brechas con las calizas, están sobrepuestos á las pizarras, pero son menos abundantes que los de las minas anteriores.

Al S. de la *Por si acaso* y *No empujar*, más próximas á las cumbres altas de la sierra, hay otras tres minas: *Dunky*, *Burra de Don Jaime* y *Caballo de Santiago*, que parecen menos ricas. En la última, sin embargo, hay una brecha ferruginosa que en sitios pasa de 2 metros de espesor, bastante impregnada de mineral.

En la zona de Culataivi descuella en primer término, como más rica en mineral, la mina *Providencia*, en que se abrieron muchas labores irregulares, al principio en busca de mineral plomizo, y posteriormente para extraer el hierro, que en ciertas zonas es de excepcional espesor y gran riqueza. Colindante á ella por SE. se halla la *Cucos Padres*, que parece menos rica, siendo de notar que por el lado del barranco García, inmediata á la roca hipogénica ya mencionada, entre las pizarras que yacen inferiores á las calizas de la *Provi-*

dencia existen siete filones, algunos de más de un metro de espesor.

Al S. y SE. de las anteriores y del cerro Culataiví hay otras minas de secundario interés, unas en vetas y filones entre pizarras y micacitas, otras en mantos irregulares entre calizas. En el primer caso se halla la mina *Compañeros del Banco*, cuya capa-filón encaja entre micacitas inclinado 75° S.SE.; la *Torre del Oro* y el *Avión*, de más pobre apariencia, y la *Segunda Providencia*, donde sólo se ven irregulares vetillas de escaso provecho.

En el segundo caso están la *Nápoles*, cuyos minerales son ocráceos, cavernosos y concrecionados, mezclándose la limonita amarilla con hematites irisada, y la *Capitana* al SE. de la anterior, que parece de menos valor.

El grupo oriental ó de Lucainena es reputado como el más rico de la sierra, y entre sus minas principales se hallan la *Gracia*, cuyo criadero, de excelente mineral, pasa de 10 metros de potencia, pero como en toda la sierra, está muy desigualmente repartido entre la caliza; la *T. H. A.*, donde hay crestones ferruginosos con 14 metros de espesor; la *Manuela*, notable por su abundancia en hierro espático, y la *Visto y Veremos*, en el extremo oriental de los criaderos, donde se presentan bolsadas que en sitios llegan á tener 20 metros de espesor. En estos tres años últimos se emprendieron en este grupo trabajos de explotación en grande escala, que justificaron la merecida fama de su riqueza.

Enumeradas á grandes rasgos las principales minas de la sierra, me resta hacer algunas consideraciones acerca del valor efectivo de sus criaderos. En la citada Memoria del Ingeniero D. Juan Pié y Allué, se consigna que los grupos de Lucainena, Alfaro y Baños de sierra Alhamilla, han alcanzado cubicaciones de 9, 4 y 5 millones de toneladas respectivamente, sin que se exprese claramente que en ese total de 18 millones se hayan incluido los criaderos del centro de la sierra, ó sea de las Calares y Culataiví, que proporcionalmente harían aumentar esa cifra por lo menos en un tercio. Dudo mucho que aquella evaluación sea exacta; bien sospecho que resulta demasiado elevada por dos causas de error que conviene indicar. El señor Pié considera que la profundidad de los criaderos es indefinida, y yo creo, por el contrario, que es muy limitada, pues los bancos de mineral se reducen á la zona de contacto de las fajas de caliza con las pizarras infrayacentes. Esas fajas se hallan circunscritas en todos sentidos, formando manchas ó bandas alargadas que no constituyen ni

la quinta parte de la sierra; y si bien existen filones de hierro en las pizarras, no son de importante espesor. Todavía más. No está demostrada la continuidad con espesores explotables de esos mismos filones, y en tanto no se demuestre, se deberán reducir las evaluaciones á las zonas de las calizas donde evidentemente se concentró casi toda la riqueza en hierro de la sierra. La segunda causa de error que influyó en una evaluación á mi juicio sobrado elevada, pudo consistir en que el mineral se halla muy diseminado entre la caliza, y los espesores de 5, 7, 14 y hasta 30 metros de algunas bolsadas representan de 4 á 6 veces más que la verdadera riqueza en hierro, pues entre dos bolsadas inmediatas median zonas estériles de mucha mayor extensión que las ricas ó explotables con ventaja. Aun reducida así la evaluación á menos de la cuarta parte, siempre se podría contar con una cantidad explotable de 3 á 4 millones de toneladas, lo que representa una riqueza de consideración; pero téngase, sin embargo, presente que no se halla concentrada esa riqueza en reducidos espacios, sino diseminada en más de 50 quilómetros cuadrados, con multiplicados espacios estériles de pizarras y en una sierra recortada por profundos barrancos en todos sentidos.

Para condensar mi opinión respecto á la riqueza en minerales de hierro en la sierra Alhamilla, formularé en resumen las siguientes conclusiones:

1.ª Es en extensión y no en profundidad como se deben tomar los datos fundamentales para cubicar aproximadamente los minerales que existen explotables.

2.ª Concentrada casi toda la riqueza en las fajas de caliza, debe medirse la superficie que éstas ocupan, señalando en cada caso los espesores medios de mineral de hierro.

3.ª Debe descontarse por lo menos el 50 por 100 de ese espesor medio, á causa de las muchas y voluminosas cuñas de caliza, entre las cuales el mineral se entrelaza con extraordinaria irregularidad.

Demostrada así la riqueza relativa de los criaderos de sierra Alhamilla, para que su explotación resulte ventajosa aun debe estudiarse con mucho detenimiento la cuestión de los arrastres, la más complicada de todas, pues si bien la excesiva dispersión de los minerales ofrece á primera vista la ventaja de poder multiplicar indefinidamente los puntos de ataque, en cambio exigiría el establecimiento de cientos de quilómetros de vías y planos inclinados, en instalaciones que saldrían bien costosas.

Haya más ó menos millones de toneladas de mineral en sierra Alhamilla, por la misma excesiva dispersión, sería lo más económico y seguro para su aprovechamiento concentrar todos los medios de ataque y de arrastre en los parajes de mayor riqueza, sin multiplicar mucho los campos de labor, y trasladando los elementos de explotación de unos á otros parajes á medida que los primeros se fuesen agotando. Estudiada previamente con esmero una vía general de transporte de duración indefinida, las vías secundarias deberían prolongarse y trasladarse gradualmente de las zonas explotadas á las inmediatas por explotar. Tiene que ganarse en extensión paso á paso lo que no es dable conseguir en profundidad y rápidamente.

En cuanto al arranque del mineral, si bien hay varios criaderos que se prestan á rozas ó tajos á cielo abierto, la mayor parte de ellos no serán económicamente explotables más que por medio de labores subterráneas. En general deberá abrirse una galería de transporte, á partir de la cual, por ambos costados se establecerá la labor de huecos y pilares, arrancándose estos últimos al final de la explotación de cada campo de labor. La sequedad de la sierra y la consistencia de la caliza y del mineral, economizarán máquinas de desagüe y fortificación, circunstancias muy favorables que harán económico el laboreo, si ordenada y sistemáticamente se establece.

Minas de la sierra de Almagro, en término de Cuevas de Vera, provincia de Almería.

Multitud de criaderos de hierro se hallan en las provincias de Murcia y Almería, siendo en crecido número las minas de aquel metal que figuran con importantes cantidades de producción.

La formación de esos criaderos responde, como ya se ha indicado en otras ocasiones, á un hecho general, pues las condiciones de yacimiento son idénticas en todos ellos. Grandes masas y lentejones alargados á modo de filones-capas entre los bancos del nivel más alto del terreno estrato-cristalino ó del más bajo del cambriano, es la disposición que por todas partes se observa, siendo constante la mayor concentración de riqueza en la faja ó zona de separación de las pizarras micáceas y cloríticas cambrianas y de las calizas triásicas, que suelen presentarse sobrepuestas á aquéllas. No es peculiar de la región SE. de la Península este modo de yacimiento de los criaderos

de hierro, pues ya hemos dicho en otros escritos que igual forma y análogos caracteres ofrecen los de la Sierra Morena, en la cual hay minas de gran importancia, como las de la sierra Jayona de Fuente del Arco (Badajoz), de Guadalcanal, de San Nicolás del Puerto y del Pedroso (Sevilla), donde las calizas superiores á las pizarras están como corroídas y desgajadas extensa y profundamente, y encerrando criaderos de hierro de mucha riqueza.

La sierra de Almagro, sita á distancias variables de 3 á 15 quilómetros por el N. de Cuevas de Vera, se compone de pizarras cloríticas verdosas, pizarras micáceas muy deleznables y calizas compactas y tabulares asociadas á grandes masas de yeso enclavadas entre estas últimas, y á la formación de las cuales se debe probablemente el que los estratos se hallen doblados en numerosos pliegues y desgarrados con profundas quiebras en todos sentidos. Estas masas de yeso tienen mucho interés para el estudio de la de los minerales de hierro, pues la formación de ambas substancias tal vez fuese simultánea, atendiendo á que las dos clases de rocas se compenetran en todos los criaderos que por allí se encuentran.

Tanto los yesos como los hierros se hallan íntimamente asociados con las diabasas verdosas y duras que nunca faltan donde asoman juntos aquellos minerales, acusando que la formación de los tres elementos correspondió, en período relativamente reciente, á los mismos fenómenos geológicos, originarios de los trastornos estratigráficos que por todas partes se notan en la desnuda, árida y seca sierra de Almagro.

Desde hace muchos años llamaron la atención los afloramientos de hematites negruzca que por varios sitios del país asoman entre las capas de pizarras y calizas. Pero fué en una época en que se investigaban infructuosamente los yacimientos plomizos, atendiendo á la proximidad de la sierra Almagrera, y por entonces se despreciaban los de hierro. Cuando éstos adquirieron, día tras día, mayor importancia, desde luego se denunció el criadero que con mayor continuidad y espesor, y también más ostensiblemente, se presentaba en la parte meridional de la sierra y más próxima á Cuevas de Vera. Tal fué el registro de la mina *Los Tres Pacos*, al que siguieron otros varios que sucesivamente se fueron demarcando, y de los cuales haré á continuación una sucinta reseña.

Tres grupos distintos de minas de hierro se encuentran en la sierra de Almagro: el meridional, compuesto de las minas *Los Tres Pacos*, *Pelayo*, *Justa* y *Lirio Hermoso;* el oriental, formado por las

Vizcaya y *Aurrera*, y el septentrional, de las minas *Chile*, *Flora*, *Nieves* y *Crescencia*, distribuídas en un espacio de terreno que no baja de 16 quilómetros cuadrados.

Para llegar á un resumen acerca de la importancia de los tres grupos, es necesario entrar en algunos detalles relativos á cada uno de ellos.

Es la principal mina la denominada de *Los Tres Pacos* entre todas las de esta sierra, tanto porque en ella se descubre el criadero con mayor extensión, cuanto porque ha motivado algunas labores de investigación que, si bien son poco extensas, dan idea aproximada de las condiciones de yacimiento, mejor que en las otras concesiones muy poco ó nada exploradas. Se halla situada aquella mina en el paraje nombrado Granadicos, entre 3 y 4 quilómetros al N. de Cuevas, y antes de llegar á ella se observa en los picos y barrancos de la Pala uno de los muchos pliegues anticlinales que con abundancia se encuentran en las rocas de la sierra.

Allí las pizarras cloríticas verdosas, las micáceas amarillentas y parduzcas, otras, algo carbonosas, de color gris azulado obscuro, con varios bancos de calizas dolomíticas, y los yesos á ellas asociados, se levantan gradualmente con fuertes inclinaciones al S.SO. hasta acercarse á la vertical en el eje del pliegue. Pasado este último, en la línea meridional de la concesión, cambia el buzamiento en sentido contrario; los bancos se rizan en todas direcciones, pero en conjunto las inclinaciones no pasan de 15 á 20° al N.NE.

La rama meridional del pliegue se ha dejado fuera de las concesiones, con fundado motivo, pues no se ve en ella afloramiento alguno de mineral, mientras que en la rama septentrional, entre los colores abigarrados de las rocas mencionadas, resalta por el color obscuro una faja continua de la hematites parduzca, cortada casi á pico en las escarpas del barranco Granadicos.

Los primitivos concesionarios, hace pocos años, y los que les sucedieron en el próximo pasado, abrieron en esta faja de mineral diferentes labores, algunas enteramente inútiles, y todas demasiado someras para descubrir las condiciones del yacimiento.

En el extremo occidental, fuera ya de *Los Tres Pacos*, en terreno de la *Pelayo*, el criadero está reducido á nódulos alargados y vetillas diseminadas de pocos centímetros de grueso, y 80 metros más al E. existe una galería antigua alineada al E. 30° S. en 10 metros de longitud, que tuerce á escuadra otros 2 metros, y en su remate hay

un pocillo de 3 metros de profundidad buscando el yacente del criadero. Se abrió para investigar minerales de plomo de que por allí no se ve muestra alguna, mientras el de hierro tiene espesor de un metro por término medio.

A los 120 metros de esa labor se divide el criadero en tres velas que vuelven á reunirse en un solo cuerpo 20 metros más adelante, hasta alcanzar un espesor de 2m,50. Se abrió en aquel punto una galería de 10 metros de largo, siguiendo las pizarras verdosas del yacente sobrepuestas á los yesos, los cuales tienen poco más abajo hasta 15 metros de grueso. Como labor de reconocimiento es enteramente inútil, pues deja todo el mineral de hierro en el pendiente, sin descubrir las variaciones de espesor.

A 25 metros á L. de esa galería, hay otra de 28 metros de largo, torcida y mal trazada, que corta un poco la parte baja de la capa de hematites, muy dura en esta parte, y cruzada repetidamente por vetillas de yeso fibroso que atestiguan relación íntima en la formación de ambos minerales.

Al fin de la galería primera y en dirección á L. es donde el criadero se presenta con su principal desarrollo, en una longitud que se aproxima á 200 metros. Entre los 30 y 50 al O. del punto de partida de la concesión, se desmontó una trinchera donde se descubren espesores de mineral de más de 6 metros.

También junto al punto de partida hay un pozo de 3 metros, todo en mineral, abierto en lo antiguo para la busca de galenas, y poco más al N. se halla otro pozo que á los 10 metros cortó el pendiente del criadero, sobre el que avanzó otros 6 y siguió en estéril hasta los 25 de profundidad, primero en las pizarras verdes y después en una alternancia de éstas con los yesos.

Cerca de estos dos pozos se abrió una galería comenzando en una cuña de yeso sacarino y compacto. En sus 17 primeros metros quedó todo el mineral en el pendiente, y en los 7 últimos se torció al E. la galería, penetrando en el criadero de hierro, que en este punto tiene de 2 á 3 metros de espesor.

A los 6 metros de la galería ya dicha hay una trancada de 12 metros de largo, abierta en pizarras verdes y yesos cortados por una veta de mineral de hierro, entre el cual están diseminados cristalillos de pirita, y en este punto los bancos se levantan con 40° de inclinación N.NE.

Treinta metros más al E. se halla otra galería de 27 metros, don-

de el criadero se emborrasca mezclándose las vetas de hematites con las calizas, las pizarras y los yesos, estos últimos con abundancia de pirita en cristales pequeños.

A 18 metros de allí hay un pozo de 17 metros de profundidad que cortó en 11 metros una masa ferruginosa cuyo espesor, teniendo en cuenta la inclinación del criadero, no baja de 7 metros, á los que se agregan otros 3 de otra faja de mineral que quedó más abajo. En este sitio parece hallarse la mayor riqueza del criadero, si bien la longitud de tan excepcional espesor no llega á 40 metros, pues más al levante disminuye rápidamente.

Otra trancada abierta toda en mineral de hierro, se halla á 10 metros del último pozo citado.

A 120 metros al E. del punto de partida hay otra labor mixta, pues comienza con una trancada de 12 metros que se abrió hace tiempo entre menas ferruginosas, pizarras y yeso para buscar galena; sigue á ella una galería de 11 metros practicada en estéril, y luego otra de 9 metros que cortó parte del criadero de hierro sin descubrir todo su espesor, que podrá ser de unos 5 metros, según se reconoce en el pozo situado más al E. con 25 metros de profundidad. A partir de la trancada, los óxidos de hierro se dividen en tres ramas que se abren entre las pizarras á medida que se camina hacia levante, llegando á separarse hasta 100 metros en el barranco del Moro, no muy distante del punto de partida. En el dicho pozo se cortó la rama más septentrional del criadero con muy poco espesor y la del medio con potencia de 5 metros.

Sobre la derecha del barranco del Moro hay una calicata de 2 metros que descubre la rama N. con $1^m,50$ de espesor; y más abajo, en el fondo del mismo barranco, á partir de un pozo de 30 metros abierto también en busca de plomo, se hizo recientemente una galería de recorte de 42 metros que cruzó muy oblicuamente la faja S. del criadero en 9 metros de longitud. Sobre la izquierda del citado barranco también se descubrió la rama N. del criadero por medio de una calicata, en la cual se encuentra aquélla con variables espesores comprendidos entre 15 centímetros y un metro.

Cerca del extremo oriental de la concesión se empezó una galería de recorte que sólo tiene 7 metros, encajada en las pizarras verdes del pendiente y que no llegó á la masa del mineral.

Del examen del criadero, siguiendo todas las labores que se acaban de reseñar, se deduce que su espesor medio en los 600 metros que tie-

ne de largo la concesión *Los Tres Pacos* no baja de 2m,50; pero su importancia efectiva no puede apreciarse por no haberse investigado sus caracteres de continuidad en el sentido del buzamiento de los estratos. Si en vez de multiplicar las labores junto al borde del criadero se hubiesen practicado otras á diversas distancias en un sentido transversal, se estaría en el caso de apreciar su mayor ó menor continuidad.

Se comprende pronto que esta concesión es la más importante de la sierra de Almagro; y no obstante, es imposible apreciar con aproximación la cantidad de mineral que allí existe. Habria sido más eficaz para llegar á ese conocimiento aproximado, que en vez de tantas labores inútiles se hubiese abierto una galería que, siguiendo la inclinación de los bancos, penetrase en el interior de la montaña hasta una longitud de 200 metros por lo menos, y por los caracteres que en ese punto de avance presentase el yacimiento, se podría calcular su importancia efectiva.

De todos modos, el criadero en su conjunto es muy irregular, y en el sentido de la dirección no parece aprovechable fuera de la mina de que se trata. Admitiendo que en los 200 metros citados se mantenga el ya dicho espesor medio, la cantidad de mineral que en él puede encerrarse no pasará de $200 \times 2,50 \times 600 = 300000$ metros cúbicos, que multiplicados por 3,4 de densidad equivalen á poco más de un millón de toneladas, y aun esta cifra no puede darse más que admitiendo como cierta la suposición acabada de expresar.

La concesión *Pelayo* envuelve á *Los Tres Pacos* por O., N. y E., y la *Justa* á las otras dos por los mismos rumbos, avanzando entre todas por el N. hasta 800 metros en el sentido del buzamiento del criadero. Este último no parece llegar por las dos zonas orientales de la *Justa* y la *Pelayo;* y por la occidental de esta última el banco de hematites se reduce á vetillas de escaso interés. De aquí resulta que estas dos minas carecen de valor en el sentido de la dirección de los estratos, y únicamente serían de interés si en el sentido del buzamiento el yacimiento se prolongase, no sólo los 200 metros que se han supuesto para *Los Tres Pacos*, sino por lo menos otro tanto, ó sean 400 metros más al N. de la línea que separa aquella mina de la *Pelayo*. Atendido el relieve de la sierra á esa distancia, el criadero estaría allí cubierto por una masa de rocas estériles de más de 250 metros de espesor, lo que equivale á decir que, en el mejor supuesto, estas dos minas serían inaprovechables por largo tiempo.

Al mediodía de *Los Tres Pacos*, y fuera del criadero, está la concesión *Lirio Hermoso*, que es enteramente inútil.

Sita á 6 quilómetros al E. 28° N. de Cuevas de Vera, en el peñón de Martín Pérez está la mina *Vizcaya* en un crestón de calizas dolomíticas amarillentas que sobresale al N. del Llano de Jordana, hasta el cual llegan los derrames montuosos orientales de la sierra de Almagro. Por el lado opuesto de la concesión, en el barranco de Martín Pérez, se marca un eje anticlinal relacionado con las principales dislocaciones estratigráficas de la sierra. El criadero se reduce á una masa irregular de hematites que apenas llega á 100 metros de longitud, con ancho que en pocos sitios excede de uno. Se limita su interés al puramente científico, por verse en esta mina más claramente que en otras la íntima relación de los yesos, las diabasas y los hierros, que con su formación es probable originasen las dislocaciones de las pizarras y calizas de esta sierra, según queda ya indicado. En contacto con las calizas dolomíticas que forman la caja del criadero yacen las otras calizas pizarreñas, sobrepuestas á los yesos, orientadas al N. 20° E., y con 30 á 40° de buzamiento occidental.

Entre esta mina y la siguiente, sobre la derecha del barranco de Bartolomé Alonso, asoma un isleo de diabasa de bastante extensión, y en torno del cual se acentúan los desarreglos estratigráficos, pero sin afloramientos de mineral.

La mina *Aurrera* se halla á un quilómetro N.NE. de la *Vizcaya*, y su criadero tiene mayor interés, aunque no mucho. Radica en el barranco de los Abriguicos, en cuya margen derecha resalta una capa-filón de 2 á 3 metros de grueso, de hematites obscura, encajada entre pizarras cloríticas verdes que se entremezclan cual cuñas en el criadero, así como se ven clavos de mineral aislados en la roca. A las pizarras del pendiente se sobreponen las calizas dolomíticas que forman crestas salientes sobre el barranco, inclinando los estratos 25° al S.SO. Se abrió allí, hace tiempo, una galería en busca de plomo, y el criadero de hierro sólo aflora en unos 200 metros de longitud, desgarrándose en su remate todos los bancos que se levantan casi verticales con buzamiento al N.NE. Aun suponiendo que en el sentido de la máxima pendiente la masa ferruginosa se prolongue otros 200 metros y conserve el espesor medio de 2 metros, no sería prudente suponer que el criadero pudiera dar gran producción y menos con beneficios que compensasen los gastos de la vía de transporte que hubiese de enlazar esta mina con las inmediatas.

A corta distancia al N. del cortijo de los Guardas, en el barranco de la Rellana y donde se presentan tres afloramientos de mineral en la altura de unos 80 metros, hay una concesión con el nombre de *Chile*, en la cual el asomo metalífero más inferior, á la izquierda de ese barranco, es una capa-filón de 2 á 3 metros de espesor en que la hematites está demasiado mezclada con pizarras ferruginosas intercaladas entre las cloríticas verdosas que sólo inclinan 20° al SO. Los otros dos asomos afloran por ambas laderas del cerro llamado Pino del Aire: el más inferior es muy irregular en su espesor y no da señales de prolongación fuera del cerro, reduciéndose su extensión á menos de un hectómetro; y el superior, situado 20 metros más arriba, es un casquete que corona el cerro en 30 metros de longitud y está cortado por la diabasa, que también limita la continuación de los otros dos veneros.

Por lo que se ve en *Los Tres Pacos*, los tres criaderos de que ahora hablamos deben ser ramas de uno solo, cuya situación en lo interior del terreno queda indeterminada. No sería imposible que la masa ferruginosa fuese la continuación por el NE. del criadero de *Los Tres Pacos*; pero no hay en el intermedio señales de que así suceda, por lo cual es lo más prudente suponer que, si bien correspondiendo todos los yacimientos al mismo origen, se hallen separados unos de otros, sin masa intermedia explotable que los una.

La mina *Flora* está al O. de la *Chile*, en el barranco del Carrizalejo y sobre un criadero asociado también á la diabasa gris verdosa, dura y compacta, y encajado entre las pizarras y las calizas tabulares coronadas como en las otras minas por dolomías, que sobresalen con grandes peñones. El criadero se recorta en secciones por pequeños saltos ó fallas; en el remate occidental apenas inclina más de 15° al N.NO.; se levanta después en otra sección con 70°, para tenderse de nuevo con buzamiento septentrional. En sus extremos se reduce el grueso á pocos centímetros; en cortos trayectos llega á $1^{m},50$, y en total la longitud se reduce á un centenar de metros, asomando insignificantes huellas al otro lado del barranco. En resumen: parece este criadero de escaso interés, situado además en un profundo y apartado paraje, de donde sería costoso el transporte de mineral.

Al S. de las dos anteriores, y á unos 500 metros SO. del cortijo de los Guardas, está la mina *Nieves*, en caja también de pizarras verdosas inclinadas 55° al NE. La capa-filón de la mina tiene espesores que varían entre 1 y $1^{m},30$ en el punto de partida, donde hay una

pequeña calicata á modo de boca de galería. Por el lado opuesto del mismo cerro, á unos 250 metros al SE., hay otra calicata donde el mineral acusa cerca de 5 metros de potencia; pero como en su prolongación apenas se ven señales de hematites, debe considerarse como una bolsada de secundaria importancia, sin embargo de lo cual, tanto por su situación ventajosa para el transporte, cuanto por la importancia relativa de los afloramientos, merecería esta mina algunas labores de investigación que permitiesen apreciar mejor sus caracteres. De todos modos, preciso es advertir que el criadero no se ofrece con la extensión y regularidad que el de *Los Tres Pacos*.

La mina *Crescencia* se halla á unos 700 metros al E.SE. de la anterior, en el Rincón de los Nidos, hondo y solitario paraje de la sierra, por donde sólo se notan afloramientos discontinuos, pequeños y sin interés.

Del examen que queda hecho de las minas de hierro de la Sierra de Almagro se deduce en resumen que el criadero más importante, ya por su situación, ya por la entidad de los afloramientos, es el de *Los Tres Pacos*, y considerando á todos en conjunto, ni son de los que podrían figurar en primera línea entre los de su clase dentro de la provincia de Almería, ni son desatendibles en absoluto. Pueden motivar un negocio de algún provecho si se confirma la existencia considerable de menas en *Los Tres Pacos*.

Dos circunstancias hay favorables para explotar estos criaderos con probabilidades de buenos resultados. Por una parte la excelente calidad del mineral, que es una hematites roja obscura, si bien algo silícea, con alta ley que no baja del 60 por 100. Por otra parte su proximidad á la costa, pues de *Los Tres Pacos* al puerto de Villaricos sólo hay 14 quilómetros, tres de los cuales pueden salvarse económicamente por medio de un cable aéreo y el resto por una vía construída á poco coste en la rambla del Almanzora.

Minas de las inmediaciones de Atienza, provincia de Guadalajara.

Las minas tituladas *Valdehierro*, *Cañamera*, *Jamenca* y *Cabeza Bubilla*, componen un coto de 195 pertenencias, situado á corta distancia de la villa de Atienza. Se reconocen en ellas masas de mineral de hierro intercaladas á modo de bancos entre las pizarras arcillosas

y areniscas del sistema siluriano, que por este lado de la provincia de Guadalajara se presentan con capas suavemente onduladas en varios pliegues sinclinales y anticlinales.

La mina *Valdehierro* se halla en el monte del mismo nombre, á 2 quilómetros al O. del lugar de Cañamares y paraje nombrado Mata de Miedes, y su punto de partida está en una ancha excavación á cielo abierto que mide entre 1 y 3 metros de profundidad. Se descubre en ella el mineral de hierro, que es una hematites hojosa, de raya pardo-amarillenta, con espesor medio de 2 metros en lechos yuxtapuestos de 10 á 15° de inclinación al SO. Esta excavación, lo mismo que las de las otras minas que citaremos, tiene más de cincuenta años de antigüedad; y todas fueron abiertas en busca de metales de más valor que el hierro, cuando en la comarca de Hiendelaencina se habían alcanzado grandes riquezas de los criaderos de plata.

En varios centenares de metros al S. del punto de partida de la mina *Valdehierro*, queda oculto el criadero entre las pizarras en que asoma y vuelve á reaparecer en el registro de la *Cañamera*, sito cerca de medio quilómetro al S. 38° E. de la anterior. En la *Cañamera* se encuentran siete excavaciones superficiales que ponen á descubierto el mismo banco de hierro con un espesor de $2^{m},50$ por término medio, y como en esta mina es más visible el criadero se puede apreciar mejor su composición. No es uniforme en el mismo banco, sino que éste se compone de varios lechos yuxtapuestos en los cuales las brechas ferruginosas son predominantes. Como en las mismas brechas entran fragmentos angulosos de pizarras muy desigualmente impregnadas de hidróxido de hierro y á su vez la hematites parda se aisla en porciones muy puras, resulta que dentro de la mina y en cortos trechos del mismo yacimiento se pueden sacar muestras de leyes diversas que, á juzgar por los distintos ensayos verificados en España y en el extranjero, y todos dignos de fe, varían entre el 42 y el 52 por 100 del metal. Estos resultados extremos inducen á suponer que la riqueza media de estos minerales no pasará del 47 por 100.

Al S. de la *Cañamera* se halla la *Jamenca*, que también tiene varias labores antiguas. En la que hay á la derecha del camino de Miedes á Hiendelaencina, el criadero presenta 4 metros de espesor, predominando la brecha compuesta de fragmentos más voluminosos que en las dos minas anteriores, en algunos sitios. Tanto el banco ferruginoso como las pizarras arcillosas blandas y las silíceas, entre las cuales

encaja, se presentan por esta parte suavemente onduladas con inclinaciones ya al NE. ya al SO.

A unos 400 metros al E. 12° N. del punto de partida de la *Jamenca* está el de la *Cabeza de la Bubilla*, donde hay una excavación casi circular que dejó un hueco de unos 80 metros cúbicos y en donde todavía es mayor el espesor del criadero, pues pasa de 5 metros, indicio de que por allí cerca debe encontrarse uno de los focos principales, ó el principal de concentración del mineral. Este tal vez fué formado por emanaciones de aguas saturadas de hidróxidos de hierro, los cuales no sólo impregnaron los lechos de pizarras arcillosas, sino que los desgajaron y desmenuzaron en fragmentos, que, sin embargo, quedaron unidos ó como cementados por la misma substancia ferruginosa, la cual se aisló también con mayor pureza en lechos ó zonas irregulares por los sitios donde fué mayor la trituración de la roca preexistente.

La cañada del Gamonal, que pasa á 30 metros al S. del punto de partida de la *Cabeza de la Bubilla*, con el rumbo E. á O., separa la parte ferruginosa de la estéril de estas concesiones. El criadero reaparece fuera de ellas á 300 metros más al E. en el barranco de los Miajares, donde se hizo una ampliación del último registro. Entre las pizarras que se ven allí retorcidas de N. á S. con 35° de buzamiento al E., se intercalan otros lechos ferruginosos que parecen distintos del banco principal, aunque con él se hallen relacionados desde el punto de vista de su formación.

Todavía se prolonga más al S. la formación de las brechas ferruginosas, las cuales, con un metro de espesor, asoman á 800 metros al SE. de la *Jamenca* en los barrancos de las Redondillas Bajas, donde las capas inclinan suavemente al NE. También á 200 metros al S. de la misma *Jamenca*, en la sierra Visenda, que en parte corresponde al término de La Miñosa y en parte al de Prádena, aflora otro banco de brechas ferruginosas de cantos de desigual tamaño, algunos demasiado voluminosos, de pizarra con cuarzo, lo que quita mucho valor industrial á los registros que allí hay.

La formación ferruginosa se extiende todavía más hasta el mismo lugar de Narros, donde también aparecen filones de cuarzo.

En resumen, concretándome á las cuatro minas que son objeto de esta nota, se puede decir que se hallan insuficientemente exploradas para formar idea exacta de su verdadera importancia, principalmente por lo que hace á su cantidad. Aquí puedo repetir con fun-

damento lo que en otras ocasiones me he visto obligado á decir en cuanto á la cantidad del contenido, que en la mayor parte de los casos es de todo punto imposible señalar, ni de un modo toscamente aproximado. A causa de las interrupciones de los barrancos y de que las designaciones de los registros se efectúan sin levantar un plano cuidadoso de los afloramientos, no es prudente señalar más que una cuarta parte de la extensión de estas minas como la que contiene mineral. Es decir, que los 1.950000 metros cuadrados de la superficie total deben reducirse á unos 500000 en números redondos, y suponiendo un espesor medio de 2m,50 del banco ferruginoso; y teniendo en cuenta su densidad, que no pasa de 4, la existencia total de mineral de estas concesiones no excederá de unos *cinco* millones de toneladas. Pero esta cifra está sujeta á gran rectificación, pues en las cuatro minas sería preciso investigar por sondeos la prolongación y los diferentes espesores del criadero por los muchos puntos donde no asoma al exterior.

Mina del término de Begonte, provincia de Lugo.

En la Eira Bella, al E. del caserío de Ovieiro, dependiente de Santa Eulalia, ayuntamientos de Begonte, entre 2 y 3 quilómetros al S. de la estación de Baamonde, encaja en las pizarras cambrianas una veta irregular ferruginosa alineada al N. 15° E. En su mayor parte es una especie de brecha de hematites parda con la pizarra misma desgajada en fragmentos pequeños angulosos, y las concreciones del mineral se aislan en cortos espacios, arcillosas en unos trechos, negruzcas, manganesíferas y con costras de oligisto en otros, ajustándose el criadero á la inclinación de los estratos, que se reduce á unos 20° al O.NO.

Los espesores de esas vetas varían entre 1 y 4 metros, y en la longitud de más de un quilómetro desde lo alto de la loma hasta el extremo septentrional junto al arroyo que la limita, existen numerosas excavaciones antiguas, casi todas á cielo abierto, algunas de las cuales avanzaron hasta más de 6 metros de profundidad, prolongándose con socavones pequeños hoy en ruinas.

Tanto en la provincia de Lugo como en la parte occidental de las de Oviedo, son numerosas las vetas de esta clase intercaladas entre pizarras cambrianas. Algunas se convierten en profundidad en cria-

deros de cobre; pero en el de Begonte no se ven señales de este metal y en casi todos sucede que en cortas profundidades se reducen sus espesores á pocos centímetros, en vez de aumentar á proporciones tales, que se hagan beneficiables como menas de hierro. Esto tal vez consista en que sean criaderos procedentes de emanaciones termales fuertemente cargadas de óxidos de hierro, cuyas materias fijas se esparcieron cerca de la superficie con anchuras relativamente considerables; pero que á profundidades pequeñas se reducen á insignificantes conductos y grietas, terminando las substancias metálicas en cuñas sumamente adelgazadas. Entre éstas casi nunca faltan el fósforo y el azufre.

No juzgando digno de atención industrial este criadero de Begonte, creo inútil que se proceda al análisis de sus minerales, ni tratar de los medios de explotación y de transporte de sus productos, que podrían ser algo lucrativos á gentes del país, pero que no se prestan á laboreo en grande escala, ni compensarían los gastos de viajes é instalaciones á personas forasteras.

Minas en el término de Berástegui, provincia de Guipúzcoa.

Desde tiempos antiguos se han explorado y trabajado los criaderos metalíferos que hay á cinco quilómetros de Berástegui, sobre la izquierda del río Leizarán, en el monte llamado Biscoch. A juzgar por las labores viejas que en varios puntos de este monte se hallan, y por los vestigios de las forjas ó ferrerías que trabajaron hasta hace medio siglo, minerales de hierro fueron los que allí se explotaron principalmente, por más que asociados con ellos hay en el mismo sitio menas de zinc, de cobre y de plomo.

Entre las diversas concesiones que hoy radican allí, debo tratar de las tres siguientes:

Casualidad, que tiene..............	35	pertenencias.
Pachuca.........................	12	—
Demasía á Casualidad, con..........	4	—

En total, 51 hectáreas de extensión.

En la *Casualidad* es donde radican los principales trabajos antiguos y recientes, y donde se comprueba la existencia de dos sistemas de criaderos: uno esencialmente de hierro, y otro de filones de pirita cobriza, blenda y galena, habiéndose hecho en unos y otros labores mineras.

Los criaderos de hierro son filones-capas intercalados en las pizarras cloríticas y filadios azules del terreno cambriano y sujetos á la alineación de las rocas, que por término medio se arrumban al N. 15° O., con buzamiento occidental, notándose diversas inflexiones en los estratos, que en ciertos sitios se arquean en el sentido de la dirección y en otros se doblan en el de la inclinación, la cual oscila entre 20 y 70 grados.

En estos últimos años las labores se han fijado en tres puntos de ataque de los trabajos antiguos, en los cuales los caracteres de los criaderos son los que á continuación se expresan:

La labor más extensa es la situada debajo del punto de partida de la concesión, donde siguiendo la capa-filón de carbonato de hierro, se abrió antiguamente una galería irregular, inclinada hacia lo interior de la montaña, cuya labor mide 70 metros de largo, con un desnivel de 30 metros y de tan exageradas dimensiones, que en su parte media tiene 11 metros de anchura con más de 15 de alto. Todo este hueco resultó de la extracción de una masa de mineral de unas 25000 toneladas, quedando más todavía en la parte del yacente y al comienzo de la excavación, así como en los dos costados de la segunda mitad de lo explotado. Esta capa-filón de carbonato está cortada por dos filones de pirita de hierro, con galena y blenda, que la cruzan normalmente y que distan 30 metros uno de otro. El espesor de ambos filones es de medio metro próximamente, y en ambos se incluyen varias bolsadas de blenda y de galena que en parte fueron explotadas hace tiempo en cortas extensiones. Esos dos minerales abundan más en el contacto del carbonato de hierro con la capa-filón, cuyo espesor medio puede evaluarse en unos 10 metros, observándose que tiende á disminuir ese espesor á medida que se avanza hacia el N.

A 120 metros al S.SE. de la labor anterior y 32 metros más baja, hay otro grupo de trabajos recientes, pues los más antiguos sólo datan de hace cuatro años, en cuya fecha los anteriores dueños de estas minas cortaron el filón de hierro con 6 metros de espesor á los 20 metros de la entrada de la galería principal. Esta tiene hoy 35

metros de longitud; y antes de encontrar el carbonato de hierro, se cortó un filón de pirita de cobre, que en algunos sitios pasó de 20 centímetros de mineral puro con 28 por 100 de ley. Este filón cobrizo se siguió en 20 metros de longitud, y aunque conserva su masa cuarzosa de 2 metros de grueso, la parte metalizada disminuyó considerablemente, desapareciendo su traza casi por completo en el frente en que se dejó la galería. Por el costado izquierdo de esta última, á los 17 metros del comienzo, existe otra galería dirigida al NO., que se abrió sobre una bolsada de blenda con algo de plomo hasta encontrar el criadero de siderosa, á los 7 metros, sin haberse practicado todavía labor alguna en el sentido de la dirección.

A los 9 metros del mismo punto de partida donde se encontró el filón de cobre, se abrió á la izquierda una galería en dirección al NO. siguiendo la capa-filón de siderosa, que se reconoció con un espesor de 9 metros, por medio de una transversal que unió las dos galerías de dicha dirección.

Queda á la derecha de todas estas galerías otra que se comenzó hace tiempo en el carbonato de hierro, pero que se desvió á lo estéril, resultando así una labor inútil.

A los 140 metros de la boca del segundo grupo de labores, está, 51 metros más abajo en vertical, el tercer grupo de labores, que es el más importante. Comienza por una galería de recorte, abierta hace bastante tiempo y restaurada hace pocos años, que á los 150 metros cortó el carbonato de hierro con un espesor de 18 metros, pasados los cuales se abrió, arrumbada al S.SE., una galería de dirección sobre el muro del criadero, á la que siguió otra alineada al S., internada en la masa del mineral. Próxima á ésta, en dirección opuesta, se abrió otra que, á los 32 metros, cortó también el criadero, al cual atravesó en sentido normal, reconociéndose un espesor de 10 metros y quedando todavía mineral en el frente. A los 100 metros de la boca de la galería transversal antigua, se abrió el año próximo pasado otra galería alineada al E., que cortó primero el filón de cobre con caracteres parecidos á los de la galería del segundo grupo de labores; é inmediatamente, en su contacto, la masa de carbonato de hierro que actualmente mide 15 metros de espesor, en los cuales está incluida una zona impura de 2 metros, pero que en los 13 restantes se compone de siderosa espática de grandes hojas y muy limpia.

En resumen, en la mina *Casualidad* y su demasía, se encuentran, además del carbonato de hierro, la galena, la blenda, la chalcopirita

y la esperquisa, menas estas últimas cuya importancia no se ha reconocido suficientemente; pero de las de hierro, con las labores efectuadas en diversas épocas y con las que actualmente se siguen, quedaría comprobada la existencia de una masa de mineral de cerca de *un millón de toneladas* para obtener carbonato calcinado, si fueran exactos todos los siguientes datos:

Longitud reconocida del criadero........	250	metros.
Espesor medio........................	10	—
Altura aprovechable..................	150	—
Volumen que resulta..................	375000	
Toneladas de mineral crudo............	1.212500	
— — calizado..........	909275	

La altura del criadero que se supone aprovechable es inferior en unos 50 metros al desnivel que existe entre el río y las labores más altas, descontándose esa cifra por la parte correspondiente á lo que se explotó en lo antiguo; pero sin duda alguna el criadero sigue á mayores profundidades que las ya expresadas, pues se descubrió en la margen derecha del río su continuación por el lado del Norte, al propio tiempo que el espesor de la masa aumenta á medida que se profundiza.

La longitud de 250 metros puede quedar muy inferior á la realidad, y existir, por tanto, mucha más cantidad de mineral que la ya expresada, teniendo presente que á un quilómetro más al N. de la *Casualidad* asoman en la mina *Nueva Estrella* otros dos filones de carbonato y pirita de hierro que buzan con inclinaciones opuestas y que no suman menos de 6 metros de espesor.

Sería un dato muy interesante, para averiguar toda la importancia de este criadero, examinar sus caracteres á mayores profundidades que las efectuadas hasta la fecha. A este fin convendría abrir una galería á pocos metros por encima del río, sobre su margen derecha. La longitud de esta galería sería de unos 300 metros hasta cruzar la masa del carbonato, que probablemente conservará el espesor de 10 á 12 metros, y también sería probable encontrar mejor caracterizados los criaderos de los otros metales, en cuyo caso la explotación de estos últimos podría resultar beneficiosa.

Para el aprovechamiento de la gran masa de carbonato de hierro, los trabajos pueden ser muy económicos, porque la consistencia de

la caja del criadero ahorra todo gasto de fortificación, y permite con labores subterráneas, lo mismo que á cielo abierto, abrir grandes tajos ó bancadas. La dificultad principal consiste en elegir un medio de transporte económico para salvar los 15 quilómetros de terreno montañoso que, con un desnivel de 350 metros, median entre la mina y la estación de Tolosa; pero este asunto se ha estudiado ya por el ingeniero D. Leopoldo Bárcena, quien presupone en 500000 pesetas el gasto de la vía de enlace, estimando el coste de arrastre por ella en 1'50 pesetas por tonelada, incluyéndose la expropiación de terrenos, material fijo y móvil y amortización del capital, suponiendo para todo ello una extracción de 50000 toneladas anuales que pueden dejar una utilidad líquida de 250000 á 300000 pesetas, suponiendo que el precio del mineral calcinado, cuya ley en manganeso no baja del 6 por 100, sea á bordo en Pasajes de 15 á 16 pesetas, pues los gastos de arranque, transporte y demás de explotación, están calculados en 10 pesetas próximamente.

LUCAS MALLADA.

DATOS GEOLÓGICO-MINEROS

DE LA

PROVINCIA DE CACERES

CRIADEROS DE HIERRO DEL RÍO IBOR

Minas San José, núm. 3.—Inmaculada Concepción.—San Luis.—San Cesáreo.—San Antonio, núm. 2.—San Miguel, núm. 2.—San Pablo.—San Fabián.—San Policarpo.—San Juan, núm. 1.—Viriato.—San José, núm. 1.—San José, núm. 2.—Virgen de la Montaña.—Nuestra Señora de Guadalupe.—San Ildefonso.—San Benito.—San Andrés.—San Fausto y San Juan, núm. 2.

ALMAGRO.—En el extremo oriental del S. de la provincia de Cáceres se presenta una región montañosa, bastante quebrada, conocida con el nombre de sierra de Guadalupe, cuya altura culminante, Las Villuercas, alcanza hasta 1736 metros de altitud. Las minas objeto de este informe se hallan en esta región y en una zona constituida por varias crestas paralelas de cuarcitas, alineadas de SE. á NO., y separadas por angostos y pintorescos valles de fértil suelo. Las aguas que circulan por esta zona, vierten en su mayor parte al río Ibor, de corriente permanente y tributaria del Tajo, al que afluyen frente á la Granja de Alarza, al pié de Bohonal, después de un recorrido de unos 40 quilómetros.

Los pueblos más inmediatos á las minas son: Valdecañas, Fres-

nedoso, Castañar de Ibor, Avellaneda y Navalvillar de Ibor, mereciendo también consignarse, como lugar muy conocido, el Hospital del Obispo, á 1058 metros de altitud.

Estos pueblos se comunican entre sí por malos caminos de herradura, siendo la carretera más próxima la de Navalmoral de la Mata á Trujillo que pasa por Almaraz, pueblo próximo á la zona de las minas.

La distancia á un punto de embarque, medida en *línea recta* sobre un mapa de la Península, es de 256 quilómetros desde Fresnedoso á Sevilla, y de 360 quilómetros desde aquel último punto á Lisboa; pero el ferrocarril de Madrid á Lisboa que pasa por Navalmoral de la Mata, tiene la estación de este último nombre á 463 quilómetros del mar y 14 quilómetros de Almaraz por la carretera antes citada.

Geología.—Las rocas que constituyen la comarca donde radican las concesiones mineras que nos ocupan, corresponden, al parecer, á dos formaciones geológicas distintas por su edad y por su composición: las más antiguas son las del sistema siluriano; las más modernas, caso omiso de algunos depósitos de acarreo sin importancia, es probable que pertenezcan al devoniano.

No entraré en pormenores acerca de la petrografía de estos terrenos ni de los restos fósiles que han servido para clasificarlos, porque no son muy pertinentes ahora; bastará decir que el terreno siluriano está constituído en su base por bancos de cuarcitas con *Bilobitas* y por algunas capas de pizarras muy silíceas, rocas que forman las crestas de las sierras á uno y otro lado del rio Ibor. Hay además en la formación una brecha cuarzo-ferruginosa que encierra con desigual repartición nódulos, riñones y vetas de hematites parda y hierro hidroxidado manganesífero. Sobre el conjunto pétreo dicho y en que predominan las cuarcitas, se apoya una serie de pizarras arcillosas con fósiles y con capas interpuestas de arenisca y cuarcita, bien diferentes de las de *Bilobitas* y mucho menos potentes. Asoman todas estas rocas en las faldas y laderas de las vertientes al Ibor, y por su desagregación en la superficie dan origen á una tierra de color rojizo que se distingue á gran distancia.

El sistema devoniano puede estar representado por una faja de calizas que, con unos 100 metros de amplitud, comienza cerca de Almaraz, corre en dirección al SE. con algunas soluciones de continuidad, alcanzando en algún punto un quilómetro de anchura, y termina á menos de dos al E.SE. de Navalvillar, con una amplitud que

apenas llega á 100 metros. Aun cuando en la zona del río Ibor estas calizas no contienen restos fósiles, han sido referidas al devoniano por los geólogos que han estudiado la provincia de Cáceres [1], comparándolas con las de la Aliseda, de la misma provincia, cuyo horizonte geognóstico determinaron por los fósiles característicos que en ellas recogieron.

Las calizas se apoyan sobre las pizarras silurianas, y sus capas inferiores se encuentran metamorfoseadas en dolomía, acompañadas por carbonato y óxidos de hierro, de tal suerte que se constituye un horizonte ferruginoso explotado en algunos puntos para las antiguas ferrerías del país. El espesor de la zona metamorfoseada en las calizas es variable: en algunos puntos llega á 15 metros, en muchos no excede de 2, y otras veces no se observa metamorfismo alguno.

Los efectos de la acción dinámica terrestre se acusan en los estratos por frecuentes cambios de dirección y buzamiento y por varias fallas dirigidas del SE. al NO., presentándose dos principales á uno y otro lado de la faja de caliza, próximas á ella, y á veces en su contacto. La comprobación y existencia de estas fallas ofrece interés indudable desde el punto de vista del origen de los yacimientos ferruginosos.

Criaderos de hierro.—En dos clases distintas pueden dividirse los existentes en la cuenca del río Ibor: unos que arman en las rocas silíceas del terreno, y otros situados en la base de las calizas. Ambos yacimientos se diferencian además por las gangas de sus minerales, por la forma de los criaderos y tal vez por su origen.

En las cuarcitas de la base del siluriano suelen encontrarse vetas de hematites parda, concrecionada, de estructura fibrosa y con frecuencia manganesífera, rellenando unas veces las fisuras de la roca y siguiendo en otras los lechos de estratificación; pero donde esta clase de minerales se presenta con abundancia relativa, es en el contacto de las cuarcitas con las pizarras del mismo sistema siluriano, pues en determinados parajes puede reconocerse una capa con diferentes variedades de hematites manganesífera, cuyo espesor excede de un metro. Este mineral de hierro, sumamente duro, más ó menos silíceo y frecuentemente con elevada ley en manganeso, se ha extraído en la región alta del Ibor, cerca de Castañar, Navalvillar de Ibor y el Hos-

(1) *Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres*, por los Ingenieros de Minas D. Justo Egozcue y D. L. Mallada.

pital del Obispo, para surtir á varias ferrerías que tiempos antiguos existieron en aquella comarca, y de las que sólo se conservan algunas ruinas, siendo indudable que la profusión con que aparecen esparcidos sobre el suelo de la región alta del Ibor trozos de hematites parda y fragmentos de escorias, ha debido llamar muchas veces la atención de los que se dedicaron á explorar las riquezas minerales de la sierra de Guadalupe.

Pero desgraciadamente, los criaderos de Ibor, que arman en las cuarcitas silurianas ó en su contacto con las pizarras, no tienen la continuidad ni la extensión necesarias para una explotación en grande escala. No se trata de verdaderos filones ni de grandes masas: se trata sencillamente de grietas de reducida extensión en las cuarcitas silurianas, rellenas de hidróxido férrico y cuarzo, y de una zona más ó menos impregnada de óxidos de hierro y manganeso en el contacto de las cuarcitas con las pizarras, ó en la masa de éstas, zona poco continua donde aparece el mineral muy mezclado con sílice y en venas fibroso-concrecionadas ó compactas que rellenan las grietas de la masa ferruginosa-manganesífera.

El origen de estos depósitos minerales debe, á mi juicio, estar en relación con las fallas de la comarca, por ser tal vez necesaria la preexistencia de grietas ó el arrastre mecánico de las moléculas de roca para dejar lugar al depósito metalífero, y de aquí que los yacimientos ferro-manganesíferos en cuestión no tengan gran desarrollo.

Además, en las pizarras arcillosas silurianas se presentan algunos filones de cuarzo de espesor considerable y por lo general estériles; pero en determinados sitios aparecen surcados por vetas de acerdesa ó manganita ferruginosa, habiendo con esto dado motivo á algún registro minero. Estas mismas pizarras se ven á veces impregnadas de mineral ferro-manganesífero, y en uno de sus horizontes estratigráficos, formado por una zona de pizarras arcillosas amarillentas, suelen encontrarse nódulos pequeños de hematites roja.

En la base de las calizas del terreno se encuentra otra suerte de criaderos de hierro, conocidos y explotados de antiguo en ciertos parajes, con excavaciones designadas en la localidad con el nombre de *Cuevas de los Moros*.

He dicho anteriormente que las calizas forman una faja estrecha que corre del SE. al NO. en unos 40 quilómetros de longitud. Se halla esta faja comprendida entre dos fallas que cortan á los estratos

silurianos, aproximándose más ó menos á las calizas, que aparecen dislocadas y con diferente disposición á lo largo de la faja: en unos puntos se encuentran muy inclinadas y aun verticales; en otros forman ya un pliegue en bóveda, ya un sinclinal; en ocasiones se repiten los pliegues. Pero lo que en esta zona caliza ofrece más interés desde el punto de vista del origen de los criaderos de hierro, es el metamorfismo evidente de los bancos que constituyen su base: distínguense á primera vista estos bancos por el color pardo rojizo que toman en la superficie y que contrasta con el tono claro de las calizas superpuestas; están compuestos por carbonatos múltiplos de cal, magnesia y hierro, y según predomine una de estas bases, así son de caliza magnesiana, dolomía ó siderosa. Su textura es fino-granuda ó espática, su color el gris, amarillento ó rojizo, y en su contacto con las pizarras silurianas suelen ser más ó menos pizarreños.

Además de los carbonatos de que acabo de hablar, se presentan en la zona metamorfoseada diferentes variedades de hidróxidos de hierro, más ó menos manganesífero, en masas de forma irregular ó en capas inter-estratificadas; la hematites parda compacta ó terrosa es lo más abundante, y también merece citarse una variedad de limonita terrosa amarillenta tan ligera que flota en el agua.

Tenemos, pues, que los criaderos de hierro de las calizas de la cuenca del Ibor reúnen condiciones de yacimiento de las más favorables, según varios geólogos, para la formación de los depósitos ferríferos, pues se trata de una masa calcárea, apoyada en pizarras impermeables y con fallas más ó menos próximas; y sin embargo, su importancia es relativamente pequeña, porque el metamorfismo de la caliza en mineral de hierro está reducido á determinados puntos de una zona de poco espesor.

En los 40 quilómetros de recorrido de la faja caliza, se presentan en diferentes puntos los minerales de hierro que han dado motivo á que se soliciten una buena parte de los registros mineros de que trataremos más adelante; no están estos registros situados unos á continuación de otros, sino establecidos donde los indicios de metalización son más manifiestos, y entre todos ellos representan unos 14 quilómetros de longitud de la faja calcárea, y en estos espacios la mena de hierro se presenta muy irregularmente distribuida y con grandes soluciones de continuidad, es decir, formando bolsadas irregulares cuyos afloramientos no suelen exceder de 2 metros de espesor. Por otra parte, el buzamiento de los bancos ferruginosos es hacia

lo interior de la montaña, de suerte que el arranque del mineral á cielo abierto tendría que ser muy limitado, y debiendo, por tanto, ejecutarse la mayor parte de la explotación por labores subterráneas.

Conviene, además, observar que no hay motivo para suponer que con la profundidad habrá de ir en aumento el mineral en cantidad y en riqueza, antes al contrario, la experiencia ha demostrado que en esta clase de criaderos se pierde el mineral á profundidades relativamente pequeñas, y suele también disminuir la ley.

Por estos motivos juzgo que los criaderos de hierro de las calizas del Ibor sólo pueden prestarse á una explotación reducida, y si á esto se agrega que los minerales no son de calidad excelente, y se tiene en cuenta la gran distancia que los separa del mar, se comprenderá que bajo ningún concepto puede aconsejarse la formación de una empresa para su explotación en gran escala.

Con esto debiera dar por terminada la información acerca de los criaderos de que tratamos; mas para poner de manifiesto con más claridad las condiciones del asunto, haré reseña de cada una de las minas que he visitado, y después entraré en algunas consideraciones que habrán de poner fuera de duda que estos yacimientos no son susceptibles de explotación en grande.

San José núm. 3.—En el término de Almarar, cerca del Collado de la Cabra, á unos 380 metros de altitud, y en las vertientes de la derecha del río Tajo, se halla situado el registro *San José núm.* 3. La faja de calizas se presenta en este punto con muy poca amplitud; las capas se dirigen al S. 20° E., con buzamiento de 70 á 80° al Occidente; por la parte del E. se encuentran las cuarcitas de la base del siluriano que forman la sierra de Belbis de Monroy; por el O. las pizarras silurianas en capas verticales.

No se ve en el lugar de este registro zona ninguna de mineral explotable; las tierras que se hallan inmediatamente por debajo del contacto de las calizas con las pizarras, son muy ferruginosas, porque proceden en gran parte de la descomposición de las rocas de la base de la formación superior.

Inmaculada Concepción y su ampliación.—Ya en la vertiente izquierda del Tajo, y cerca de Valdecañas, por el SE., se encuentran estos registros, cuyo punto de partida está á unos 450 metros de altitud.

Preséntanse en este punto las calizas formando un cerro de forma prolongada, á la izquierda del camino de Valdecañas á Fresnedoso;

y en la ladera occidental de este cerro existen, desde tiempo inmemorial, numerosas cuevas y excavaciones procedentes de la explotación de minerales de hierro.

Las capas forman en esta parte un pliegue sinclinal muy abierto, cuyo eje es paralelo al cerro y se dirige al SE.; se apoyan sobre las pizarras que asoman por los dos lados del cerro, concordantes al parecer con las calizas, y vuelven á presentarse con buzamiento al O. y sin metalización manifiesta en la vertiente opuesta de un arroyo inmediato al punto de partida, sin duda por consecuencia de un pliegue anticlinal ó quizá por una falla.

La línea de las excavaciones antiguas sigue el contacto de las calizas con las pizarras inferiores, y se extiende en un quilómetro de recorrido aproximadamente. Todas estas labores mineras están ejecutadas en una zona de estratos que buzan hacia lo interior del cerro, de suerte que el arranque de los minerales en los afloramientos se ha hecho á cielo abierto, y después por labor subterránea descendente. El mineral explotado es la limonita más ó menos compacta y terrosa, en algunos puntos tan ligera, que flota en el agua; encuéntrase, igualmente, la siderosa más ó menos impura, con mezcla de carbonatos de cal y de magnesia.

Ensayada una muestra de hematites parda procedente de la excavación del punto de partida, dió el resultado siguiente: 43 por 100 de hierro, 1,35 por 100 de manganeso, 0,25 por 100 de azufre y 0,85 por 100 de fósforo.

La altura de las excavaciones no suele pasar de 3 metros, y con forma muy irregular, pues en unos puntos son casi circulares de 6 á 7 metros de diámetro, en otros son alargadas y se va reduciendo su altura á medida que profundizan en la zona de mineral de hierro: de suerte que, en términos generales, puede afirmarse que el hidróxido férrico se presenta dentro de la zona caliza metamorfoseada en masas irregulares y con espesor variable entre 3 metros y 40 centímetros.

De todas suertes, en las minas de que estoy tratando es donde e metamorfismo de las calizas aparece más manifiesto, y sobre todo, bien sea porque las labores antiguas lo pongan más á la vista, ó porque en realidad sea éste el lugar donde exista el mineral en mayor proporción, lo cierto es que, entre todos los registros mineros que he reconocido en las calizas del Ibor, el de la *Inmaculada Concepción* es el que se presenta en mejores condiciones.

Pero de cualquier modo, la cantidad de mineral no debe ser grande, porque la anchura de la faja de calizas es sólo de unos 150 metros y en ella relativamente pequeña la parte de mineral utilizable. Además, no hay que esperar que las condiciones del criadero mejoren en lo hondo, porque las calizas profundizan poco, ya que forman un sinclinal muy abierto, y también porque, como ya queda dicho, esta clase de criaderos suele ir empobreciendo á medida que se penetra dentro de la zona metamorfoseada.

Por otra parte, aun cuando un solo ensayo sea insuficiente para conocer las condiciones de las menas de un yacimiento, el practicado parece indicar que se trata de minerales de poco contenido en hierro y bastante fosforosos.

San Luis.—En el cerro de las Datas del río, al O. de la Solana de San Bartolomé, está situado este registro; detrás existió una ferrería, y en su terreno se encuentran frecuentemente trozos de escorias.

La faja de calizas tiene en este punto unos 200 metros de amplitud; no he visto mineral de hierro en ellas, pero es de suponer que lo contengan, porque las tierras de la superficie procedentes de la descomposición de las capas dan, según ensayo: 31,82 por 100 de hierro, 0,58 por 100 de manganeso, 0,21 de azufre y 0,03 de fósforo.

San Cesáreo.—Las calizas forman en la región donde se halla este registro minero, un pliegue en bóveda, roto por los derrubios del río Ibor hasta dejar al descubierto las pizarras; de manera que aquéllas se ven en la parte alta de las dos vertientes al río, encontrándose en la de la izquierda la mina *San Cesáreo*, con su punto de partida á unos 500 metros de altitud.

El hierro espático granudo y especular y la hematites parda más ó menos manganesífera y terrosa, se presentan, como siempre, en la zona metamorfoseada de la base de las calizas, pero en pequeña cantidad. Según los ensayos, las tierras procedentes de la desagregación de las rocas ferruginosas contienen 9,89 por 100 de hierro, 15,06 por 100 de manganeso, 0,12 por 100 de azufre y 0,02 de fósforo, siendo probable que el manganeso proceda en parte de alguna veta de las pizarras inferiores.

Una muestra de mena sacada de la mina dió 54,18 por 100 de hierro, 0,17 de manganeso, 0,25 de azufre y 0,03 de fósforo.

San Antonio núm. 2.—A continuación del registro *Cesáreo* se ha solicitado otro, sobre un criadero completamente distinto. Se trata de dos filones de cuarzo que con dirección al N. 70° E. cortan casi

verticalmente, con ligero tendido al S., á las pizarras silurianas. El camino á Castañar cruza estos dos filones á unos 700 metros al N. de la aldea de Villanueva; distan 7 metros uno de otro; el más septentrional no tiene, al parecer, metalización alguna; el otro se presenta en el camino con 70 centímetros de grueso, y aumenta su potencia al correrse al E., llegando hasta 3 metros en el punto de partida de la mina, situado á unos 500 metros de altitud, donde se ven envueltas en la masa cuarzosa vetillas y manchas de manganita.

La corta proporción en que aparece el mineral de manganeso en este filón y la dureza de la masa del criadero, son circunstancias desfavorables para que su explotación resulte beneficiosa.

San Miguel núm. 2.—Más arriba de la mina anterior, en el paraje llamado Los Venajos y á unos 612 metros de altitud, se halla este registro, comprendiendo una escombrera con algunos trozos de hematites parda muy silícea y de hierro oligisto manganesífero de buena calidad; por encima de ella se ven las pizarras silurianas muy arcillosas y ocráceas, de color amarillo, en capas delgadas y con nódulos muy pequeños de hematites roja: se dirige del N. al S. con 15° de buzamiento al E. Una escombrera que hay en aquel paraje debe proceder de la excavación de estas pizarras para el aprovechamiento de los nódulos y venillas de hierro.

Por la parte N. y O. de esta mina se presentan los bancos de caliza con carbonatos y óxidos de hierro en la base, pero en corta proporción.

San Pablo.—Entre el registro anterior y el *San Antonio núm.* 2 se encuentra el llamado *San Pablo*, con el punto de partida á unos 400 metros de altitud y sobre las calizas.

Preséntanse las capas de la base con 1 ó 2 metros de grueso, textura granudo-cristalina, y con algo de carbonato de hierro rojizo y amarillento parduzco, pobre en óxidos, al parecer.

San Fabián.—Dando vista al pueblo de Castañar, en la vertiente izquierda del Ibor, se encuentra este registro, con su punto de partida á unos 564 metros de altitud.

En él también se presentan las calizas metamorfoseadas, con textura granudo-lamelar, en capas inclinadas unos 15° al E., y con mineral de hierro en corta cantidad.

San Policarpo.—En la vertiente opuesta del Ibor aparece la otra rama del anticlinal calizo, con las rocas ocultas en gran parte por los derrubios de la sierra; pero la frecuencia con que se ven esparci-

dos sobre el suelo trozos sueltos de mineral de hierro, y el gran volumen de algunos de ellos, hace sospechar que en esta parte la acción metamórfica ha sido extensa; y en efecto: en un barranco que baja al Ibor se presentan las dolomías con carbonato y óxidos de hierro, ocupando una zona de 15 metros de espesor, y en bancos gruesos con algunas grietas más ó menos amplias rellenas de hematites parda y concrecionada, siendo de presumir que se encuentre el mineral formando bolsadas.

Como ocurre en otros muchos puntos, las tierras procedentes de la descomposición de estas rocas son muy ferruginosas: una muestra de estas tierras tomada en el punto de partida, á 550 metros de altitud, dió en el ensayo: 23,28 por 100 de hierro, 1,48 de manganeso, 0,14 de azufre y 0,05 de fósforo; otra muestra de tierras del extremo S. de la concesión dió: 29,24 de hierro, 0,84 de manganeso, 0,15 de azufre y 0,03 de fósforo.

San Juan núm. 1.—Inmediato este registro al pueblo de Castañar, tiene el punto de partida á unos 650 metros de altitud, donde las capas calizas se presentan con 15° de inclinación al E. apoyadas sobre las pizarras, y en parte transformadas en siderosa y hematites parda. El banco donde se encuentra el mineral de hierro tiene unos 2 metros de grueso, observándose, como es lo general, que la mena está en forma de bolsadas irregulares.

Viriato.—Aun cuando la faja de calizas llega hasta cerca del Hospital del Obispo, no he reconocido en ellas ningún otro registro minero desde Castañar para arriba; todos los demás que he de reseñar en adelante comprenden criaderos que arman en las pizarras ó cuarcitas.

En el cerro de las Veneras de Castañar está situado el registro Viriato, á unos 612 metros de altitud, donde existen muchas escombreras con restos de pizarra y cuarcita, siendo verdaderamente raro que no encontráramos en ellas trozo alguno de mineral de hierro.

Al parecer, se ha explotado en este cerro una capa situada en el contacto de las cuarcitas con las pizarras, que tienen unos 15° de pendiente al N., pues se encuentran allí algunas labores á cielo abierto y una trancada pequeña, todas sin mineral á la vista.

Tal vez el nombre del cerro proceda de la existencia de veneras de agua más bien que de hierro, pues muy raro es encontrar en las escombreras que allí hay algo que sea mena ferruginosa.

San José núm. 1.—Dentro de este registro, situado á unos 624

metros de altitud, se presenta el mineral de hierro, muy silíceo, en vetas, dentro de una capa de un metro de grueso con buzamiento al N., y en el contacto de las cuarcitas con las pizarras.

San José núm. 2.—En el cerro de las Veneras de Navalvillar, á 696 metros de altitud, se ven algunas trancadas de reducidas dimensiones, abiertas en las areniscas y pizarras que buzan 45° al NE. Tal vez con estas labores, si no se buscó agua, se buscó el mineral de hierro, que hoy no puede reconocerse en ninguna de ellas.

En este cerro, las calizas que suben desde el arroyo de la garganta de Navalvillar, aparecen como infrapuestas á las pizarras y cuarcitas por efecto de una falla.

Virgen de la Montaña.—En una ladera de rápido declivio y donde aparecen profusamente diseminados los cantos rodados de hematites parda, se encuentra el punto de partida de este registro, á 984 metros de altitud.

Las areniscas silurianas están en este punto muy impregnadas de hidróxido férrico en una zona de unos 3 metros de amplitud y con gruesas venas de hematites, siendo la inclinación de las capas de unos 20° al E.

Estos minerales deben ser, en general, bastante silíceos y manganesíferos; el ensayo de una muestra ha dado: 31,70 por 100 de hierro, 12,14 de manganeso, 0,27 de azufre y 0,02 de fósforo. La sílice no se determinó; pero es indudable que existe, como no hay duda de que en otras muestras la ley de hierro sería más elevada.

Nuestra Señora de Guadalupe.—Situado este registro entre el anterior y en el Hospital del Obispo, con el punto de partida á 1164 metros de altitud, comprende un criadero de mineral de hierro, hace tiempo conocido, y que se describe por los Sres. Egozcue y Mallada en la *Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres.*

Como quiera que mis observaciones están de acuerdo con las de estos geólogos, comenzaré por repetir lo que ellos dicen: «En las diversas calicatas que hay al descubierto, inferiores á los crestones de cuarcita y superiores á las pizarras arcillosas, aparecen entre las cayuelas ó pizarras ocráceas otras algo silíceas, pasando á areniscas muy arcillosas, penetradas de substancia ferro-manganesífera, que se presenta de una manera bastante irregular, ya en su riqueza, ya en su espesor. Así se ve en el registro *Alfonsina* que una capa, muy poco inclinada hacia el NE., ofrece en una calicata una concentración notable de mineral bajo tres tipos distintos: 1.° Uno negro ó

pardo-negruzco, en concreciones alargadas estalactoides, de textura fibroso-radiada, muy lustroso, y tan duro que la navaja no le raya, constituído por hematites parda, en mezcla íntima con la psilomelana. 2.° La pirolusita ó peróxido de manganeso. Y 3.° Una hematites parda manganesífera, confusamente mezclada con las dos anteriores.

»Pasa de un metro la potencia que tiene el banco, y si en otras calicatas apareciera con tan buenas señales, pues la manganesa representa el 76 por 100 de la riqueza, desde luego podríamos augurar un buen criadero; pero es lo cierto que en otras labores que hemos visitado, las condiciones empeoran bastante.....»

Tal era el estado de los reconocimientos hacia el año de 1875. En la actualidad se ve una zanja de 8 á 10 metros de largo que se dirige del SO. al NE., y en su extremo O. una galería, que sigue la pendiente del criadero, donde se encuentran los minerales antes indicados, dentro de una capa de 2 metros de grueso.

En la Memoria antes citada se consignan los ensayos de cinco muestras de mineral del Hospital del Obispo, hechos en el Laboratorio de la Escuela de Minas, con el tanto por 100 siguiente:

	Núm. 1.	Núm. 2.	Núm. 3.	Núm. 4.	Núm. 5.
Hierro....................	36,26	15,68	45,50	3,78	37,84
Manganeso................	4,00	25,50	11,65	39,90	12,85

Otra muestra, procedente de la galería, se ha ensayado en Bilbao, y contiene 53,70 por 100 de hierro, 5,71 de manganeso, 0,14 de azufre y 0,03 de fósforo.

Aun cuando no ha sido determinada la sílice, entran en porción notable en los minerales no escogidos.

San Ildefonso.—Junto á una fuentecilla ferruginosa, á 992 metros de altitud, se presenta una capa de mineral de hierro de unos 40 centímetros entre las areniscas y pizarras: es una mena silícea de hematites parda, que corresponde á un yacimiento sin importancia.

San Benito.—No se ve en el lugar de este registro, próximo á Castañar y á 792 metros de altitud, afloramiento alguno de mineral de hierro. Una escombrera de escorias próxima á un arroyo, indica la proximidad de una ferrería antigua; y otras escombreras, con trozos

de hematites parda concrecionada y fragmentos de este mineral esparcidos sobre el terreno, demuestran que en otro tiempo se debieron explotar las venas de hierro interpuestas en las rocas de aquellos parajes.

San Andrés.—Próximo al registro anterior por el E., y á unos 900 metros de altitud, se encuentra el registro *San Andrés*, en el que se presentan las pizarras con mineral ferro-manganesífero interestratificado, y, al parecer, en alguna abundancia. No es posible conocer, sin labores previas al efecto, la extensión y condiciones de este yacimiento, porque el mineral se halla oculto por la tierra de la superficie. Se practicó para su reconocimiento inmediato una zanja de unos 20 metros en el camino del Hospital del Obispo, dirigida al E. 20° N. y cortando transversalmente á los estratos; con esta zanja se puso al descubierto en su parte central una zona de unos 3 metros de mineral de hierro manganesífero terroso y muy silíceo, y por ambos costados varias fajas de la misma mena alternando con las pizarras.

Encuéntranse también esparcidos en la superficie trozos sueltos de mineral ferro-manganesífero, y ensayado uno de ellos, resultó con 7,70 por 100 de hierro, 22,52 de manganeso, 0,56 de azufre y 0,36 de fósforo.

San Fausto.—Continuando el camino hacia el Hospital del Obispo, se llega al registro *San Fausto*, en las cuarcitas del siluriano.

En la superficie se ven esparcidos abundantemente trozos de hematites roja y de hematites parda, concrecionada, fibrosa, muy dura, cuyos minerales deben proceder del relleno de las grietas de las cuarcitas.

Ensayada una muestra de ellos, dió 49,28 por 100 de hierro, 0,06 de manganeso, 0,11 de azufre y 0,00 de fósforo.

Una escombrera antigua demuestra que se explotaron estos minerales en otros tiempos.

San Juan II.—Está situado este registro entre el anterior y el del Hospital del Obispo; su punto de partida, en la parte alta de un barranco que vierte al Ibor, se eleva hasta 1020 metros sobre el mar, y está inmediato á una fuentecilla ferruginosa que brota en el contacto de las cuarcitas con las pizarras. En este punto se manifiesta confusamente una zona de 1 á 2 metros de espesor con hematites parda muy silícea y algo terrosa, y que parece de extensión muy reducida.

RESUMEN.—De la reseña hecha se deduce que entre todas las minas visitadas, las que ofrecen algún interes son la *Inmaculada Concepción* y *Nuestra Señora de Guadalupe;* pero la cantidad de mineral de hierro que contienen sólo habría de permitir una explotación muy reducida, como la que en otros tiempos bastaban para el consumo local.

En las demás minas es muy poco el mineral que puede apreciarse á la vista; no cabe duda de que con nuevos reconocimientos habría de ponerse al descubierto mayor cantidad de mena, pero aunque así fuera, siempre habría de resultar pequeña, á mi juicio, la cantidad de mineral explotable, á lo que se ha de añadir la mala situación de las concesiones.

Basta considerar, en efecto, que la distancia desde Casatejada, que es la estación de ferrocarril más próxima, hasta Lisboa, es de 452 quilómetros; y aun en el caso de que se consiguiera una tarifa especial de tres céntimos por tonelada y quilómetro, subiría el transporte á 13,56 pesetas; agréguese á esto el costo de arranque, el importe de la conducción desde las minas á Casatejada, la carga y descarga, etc., y se comprenderá que aun existiendo muy buen mineral, no sería beneficioso el transporte en esta forma.

La construcción de un ferrocarril de vía estrecha desde las minas hasta Sevilla, sería obra de gran coste; en efecto, desde Fresnedoso á Sevilla hay en línea recta 256 quilómetros, y si se admite un aumento del 28 por 100 para su desarrollo, aumento que es el que resulta en las líneas de Navalmoral á Lisboa y de Mérida á Sevilla, tendríamos que la línea férrea en cuestión tendría unos 330 quilómetros.

El coste medio de un ferrocarril de vía estrecha puede estimarse en unas 85000 pesetas por quilómetro, y, por consiguiente, los 330 del camino, desde las minas á Sevilla, costarían 28.050000 pesetas. Basta esta cifra para hacerse cargo de la enorme cantidad de mineral de hierro necesario para la amortización del costo del ferrocarril.

Por otra parte, el promedio de los ensayos de los minerales, no de las tierras, es el siguiente por 100: hierro, 46,55; manganeso, 3,24; azufre, 1,17; fósforo, 0,16; y aun cuando este término medio no puede considerarse como exacto por ser pocos los ensayos hechos, sí parece indicar que los minerales de la zona en cuestión no habrán de resultar de calidad muy excelente.

Tenemos, pues, en definitiva que la cantidad y el valor de la mena

en las minas de hierro que he reconocido son, á mi juicio, insuficientes para sufragar los gastos de transporte con los medios actuales, tampoco podrían amortizar el importe de un ferrocarril especial y dejar el rendimiento necesario al capital que se empleara en este negocio, y, por consiguiente, creo que no procede aconsejar gasto alguno para la explotación de los criaderos de hierro en cuestión.

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

LAS HACHAS DE PIEDRA PULIMENTADA

EN ESPAÑA

Hace algunos años que D. Francisco Quiroga, Catedrático de la Facultad de Ciencias de Madrid, publicó en el tomo X de los *Anales de la Sociedad española de Historia Natural* un artículo muy interesante titulado: *Sobre el jade y las hachas que llevan este nombre en España*. El trabajo, indudablemente, agotó el asunto en cuanto se refiere á determinar la clase de mineral con que se hicieron en España, en la época de la piedra pulimentada, las herramientas que hoy se conocen vulgarmente con el nombre de rayos y centellas; y aun cuando en el citado artículo se señalaron varios sitios donde se encuentra el mineral que necesitaron los hombres prehistóricos para sus útiles de trabajo, quedó subsistente la duda de si en España habría yacimientos bastantes para proporcionar todo el material suficiente para la fábrica de tantos objetos como se labraron, á juzgar por la abundancia relativa de ellos que van encontrándose.

Por esto creo oportuno reproducir el artículo antes citado y agregar algunos renglones para dar cuenta del descubrimiento de una localidad donde los nódulos de fibrolita son tan abundantes y se ofrecen en tal disposición dentro de las rocas del terreno, que indudablemente han podido proporcionar, desde remotos siglos, material adecuado para los útiles prehistóricos.

Decía el Sr. Quiroga:

«Clasificados como de *jade* se encuentran entre los mineralogistas, arqueólogos y curiosos, multitud de objetos hechos con minerales muy diferentes, de los cuales los más importantes son: (A) el *jade oriental*, llamado también *jade nefrítico* ó *nefrita*, variedad de tremolita á la cual se dió este nombre en la antigüedad por creerla de

gran eficacia para la curación de las enfermedades de los riñones. (B) el *jade oceánico* de Damour (*Sur la composition des haches en pierre trouvés dans les monuments céltiques et chez les tribus sauvages.— Comptes rendues des séances de l'Acad. des Sc.*, 1865, LXI, 359), mineral que este autor considera referible por su composición á los piroxenos y del cual vió cuatro hachas procedentes de Nueva Zelanda é Islas Marquesas. (C) la *jadeita* del mismo autor (*Compt. rend.*, 1863, LVI, 861-865, y 1865, LXI, 364), silicato que con respecto á la nefrita ocupa el mismo lugar que el dipiro en el grupo de las werneritas. (D) la *fribolita* del Conde de Bournon, variedad de la *sillimanita* de Bowen, según Descloizeaux. (E) la *saussurita* de Beudant ó *jade* de Saussure, con cuyo nombre se designan minerales que guardan relación con la *labradorita* y que hoy están considerados como productos de la alteración de ésta. (Fouqué et Lévy, *Min. micr.*, 257.)

Por último, según Damour (*loc. cit.*), ha llegado á darse el nombre de *jade* á feldespatos, jaspes, ágatas y variedad diversa de rocas; y Fischer, en el capítulo que titula *Falsas nefritas*, págs. 357-363, de su obra *Nephrit und Jadeit*, Stuttgart, 1880, da á conocer la verdadera naturaleza mineralógica de multitud de objetos antiguos y modernos que se decía estaban hechos de *jade* y no obstante eran de otras substancias.

No teniéndose noticia hasta el presente de yacimiento alguno europeo de las dos primeras substancias indicadas, *nefrita* y *jadeita*, y, no obstante, citándose el hallazgo frecuente en la region occidental de nuestro continente de útiles de la edad de la piedra pulimentada hechos de estos minerales, es de gran interés arqueológico la determinación mineralógica de las armas prehistóricas llamadas de *jade*, y en prueba de ello puede citarse la discusión habida durante el Congreso de Antropologia y Arqueologia prehistóricas celebrado en Bruselas el año 1872, entre Desor, Mortillet, Quatrefages, Capellini, el abate Delaunay y otros miembros de tan sabia Corporación, discusión referente á la presencia en Europa de tales instrumentos, y que se suscitó á propósito de una nota del primero sobre las hachas de *nefrita* y *jadeita*, y es también notable en el particular la obra de Fischer ya citada.

Para ayudar por mi parte al esclarecimiento del asunto, he aquí datos de las colecciones examinadas durante mis investigaciones, con enumeración de las hachas consideradas como de *jade* que contienen:

Museo Arqueológico Nacional: cuenta con veintiún ejemplares de diversas localidades españolas, de los cuales veinte son de *fibrolita* y uno de *nefrita*.

Escuela de Minas: cinco ejemplares, todos de *fibrolita*.

Institución libre de Enseñanza: seis ejemplares de hachas de *fibrolita*, recogidos por el catedrático Sr. Calderón al hacer los trabajos para su *Reseña geológica de la provincia de Guadalajara*.

Colección de D. Emilio Rotondo, de Madrid: quince hachas consideradas de *jade*, de las cuales catorce son de *fibrolita* y una de *jadeita*.

Sr. Cortázar (D. Daniel), Ingeniero de Minas é individuo de la Comisión del Mapa geológico: sesenta y siete útiles de *fibrolita* recogidos por él en las provincias de Cuenca, principalmente, y también en las de Guadalajara, Soria y Segovia, al hacer y ampliar los trabajos de campo para las *Descripciones geológicas y agrológicas de las provincias dichas;* además cuatro de nefrita, una de *jadeita*, otra de *diaspro verde* y otra de *serpentina*.

Sr. Castel (D. Carlos), Ingeniero de Montes: tres hachas de *fibrolita* que recogió en la provincia de Guadalajara en sus numerosas é interesantes expediciones geológicas.

Y por último, en mi poder tengo cinco hachas españolas, de las cuales cuatro son de *fibrolita* y la quinta de *jadeita*.

Los más abundantes en nuestro país son, pues, los instrumentos de fibrolita, y á ellos se aplica especialmente el nombre de hachas de *jade*, error cuyo origen está en la inexacta clasificación del mineral que se encuentra en la provincia de Madrid y en la de Guadalajara, y al cual se denominó *jade oriental* por Prado, en la pág. 110 de su *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*, 1864, pues dice al dar cuenta de los minerales que se hallan en los terrenos granítico, gneísico y siluriano, lo siguiente:

«*Jade oriental*.—Este mineral no es otra cosa que una tremolita compacta..... De él se hacían hachas en la Edad de Piedra por su dureza y tenacidad, según he visto por una que hallé.....;» y en la página 200 de la misma obra, describiendo las hachas neolíticas que encontró en la provincia, añade: «La roca de que todas ellas se hallan formadas es la misma, y se refiere al *jade oriental*, ó sea anfíbol blanco con mica.» Error de geólogo tan reputado ha sido sin duda causa de que el *jade* se considere como mineral español y equivalente á la fibrolita y tremolita, según me han hecho comprender estas investigaciones comenzadas con el objeto de averiguar la verdadera natura-

leza del mineral tenido por ***jade oriental*** (nefrita), y que en vista de la composición y caracteres que inmediatamente detallaré, resulta no ser otra cosa sino la *fibrolita*, que, según las investigaciones de Descloizeaux, constituye simplemente una variedad del silicato de alúmina denominado *sillimanita*.

Se trata de una substancia de color blanco, manchado con rojo, morado ó pardo, generalmente en venas ó zonas bien marcadas y que dan á la piedra aspecto sumamente agradable.

El lustre del mineral es como el del raso, especialmente en las superficies de fractura reciente; la pasta es transluciente en fragmentos delgados y en los bordes; la fractura es astillosa, y la textura formada por fibras tan sumamente finas y apretadas, que apenas se distinguen á simple vista; la dureza está entre 5 y 6 de la escala de Moss, rayando bien al vidrio, pero siendo rayada por la orthoclasa; y la densidad oscila entre 3'15, que corresponde á los trozos más blancos y puros de la *fibrolita* de Prádena, y 3'20 que ha dado un hacha de Peguerinos (Avila) llena de manchas rojizas de óxido férrico y otras negras abundantes en magnetita.

La roca en cuestión es completamente infusible al soplete; pero si se agrega á la perla nitrato de cobalto, da claramente la reacción de la alúmina. Los ácidos no la atacan.

He aquí el resultado de los análisis hechos con diversos ejemplares:

	I	II	III	IV	V
Sílice............	38'40	38'00	38'26	37'92	37'96
Alúmina..........	61'16	61'80	61'95	60'67	59'90
Óxido férrico.....	»	»	»	0'80	0'71
Magnesia	»	»	»	»	indicios.
Agua............	»	»	»	»	1'20
	99'56	99'80	100'21	99'39	99'7

I. *Fibrolita* muy blanca y pura recogida en Matallana (Guadalajara) por el Sr. Castel. Densidad: 3'15.

II. *Fibrolita* como la anterior, traída por el Sr. Buireo de Prádena del Rincón (Madrid). Densidad: 3'18.

III. *Fibrolita* también muy pura de un hacha pequeña completamente blanca que me dió uno de los trabajadores de un tejar de San Isidro del Campo, quien, según dijo, la recogió sobre el terreno en el Cerrillo de los Angeles (Madrid). Densidad: 3'19.

IV. *Fibrolita* de un hacha, de Peguerinos (Madrid), muy manchada de rojo y negro por el óxido férrico y la magnetita. Fué hallada en el mismo pueblo al empedrar una calle, y me la regaló el alcalde del pueblo. Densidad: 3'20.

V. *Fibrolita* de un hacha recogida en la vega de Ciempozuelos (Madrid) sobre el terreno. Está manchada de pardo rojizo, y la parte blanca es mate y muy poco transluciente.

He preparado secciones delgadas de las *fibrolitas* de Prádena, Paredes y Matallana, y de dos hachas, una de Budia (Guadalajara), recogida por el Sr. Calderón, y la otra de Peguerinos (Avila), cuyo hallazgo he indicado antes.

Todas ellas tienen de común el estar formadas por multitud de filamentos delgadísimos, entrelazados en todos sentidos, constituyendo un tejido tan sumamente fino y apretado, que en la mayoría de los casos se necesitan emplear objetivos de poder muy considerable para distinguir sus elementos, lo cual da explicación de la tenacidad de este material. Difícilmente habrían podido encontrar nuestros antepasados de la Edad de la Piedra pulimentada, mineral más á propósito por su textura para los usos á que lo destinaban.

En la fibrolita de Prádena del Rincón he visto bastantes fibras largas, rectas generalmente y sin terminación distinta, que al examinarse con los nicoles cruzados extinguen, sin excepción, la luz paralelamente á su longitud. Yo atribuyo estas fibras á la sillimanita, pues se adornan con brillantes colores en la luz polarizada cuando la sección no es muy fina, conforme puede verse en la figura 2.ª de la lámina II del atlas de la *Minéralogie micrografique*, de Fouqué y Lévy ya citada, y, por el contrario, muestran sencillamente un color blanco amarillento si la delgadez de la preparación se ha llevado al último límite. Como lo demuestra la extinción de luz paralelamente á los lados de los los prismas ó fibras anchas, las secciones resultan como dadas en la zona vertical ∞ P̈ ∞ que comprende las formas mejor

desarrolladas y conocidas de la sillimanita. Algunas de estas fibras, aunque muy pocas, están perfectamente unidas, como si los planos de junta fueran los de exfoliación, ó cortes paralelos al braquipinacoide; pero la mayoría de ellas presentan fuertes estrías paralelas á su longitud, que pudieran acaso corresponder á las que, según dice Descloizeaux, ofrece exteriormente la sillimanita, como paralelas á la intersección del prisma ∞ P con el braquiprisma $\infty \breve{P} \frac{3}{2}$, pudiendo también resultar de una exfoliación en plano distinto del $\infty \bar{P} \infty$. Además estos prismas muestran líneas transversales de fractura.

En la luz polarizada la fibrolita aparece como formada por masas fibrosas de colores muy vivos si las secciones no son muy delgadas, y de color blanco amarillento cuando lo son mucho.

Cuando los ejemplares son de la fibrolita de color blanco muy puro no se percibe inclusión alguna, pero sí, de cuando en cuando, manchas grises, opacas, é irregulares en su forma, que con grandes aumentos se ve están constituídas por granillos opacos sumamente pequeños. Pero si los ejemplares están jaspeados ya de rojo, ya de negro ó de ambos colores á la vez, se ven con el microscopio que las manchas del primer color son irregulares y constituídas por óxidos de hierro que impregnan las fibras de la fibrolita, mientras que las zonas negras resultan formadas exclusivamente por magnetita, con textura que recuerda la de las pizarras y serpentinas cloríticas.

En un preparado para el microscopio hecho del hacha de Budia he visto granates almandinos, cuya periferia y resquebrajaduras están constituídas por óxido de hierro de color rojo amarillento.

El mineral dicho, *jade*, y de que venimos hablando, yace en el gneiss y la micacita, pues según el Ingeniero de Minas, Sr. Buireo, «se encuentra en los términos de Prádena del Rincón, Horcajuelo y Montejo de la Sierra (Madrid) en trozos sueltos entre la tierra procedente de la descomposición de la micacita, que es la roca dominante en aquella zona.»

También el Ingeniero de Montes, Sr. Castel, ha hallado la fibrolita en Matallana y algunos puntos de la región del gneiss y micacitas de la provincia de Guadalajara, y Prado (obra citada, pág. 110), consignó, antes que todos, que el *jade* «acompaña al gneiss y á la micacita en Horcajuelo, Horcajo, Madarcos y otros puntos de la provincia de Madrid.»

La fibrolita de las hachas españolas está, como puede comprender-

se por lo ya indicado, muy manchada de rojo-amarillento, parduzco ó morado, por el óxido de hierro, y en algunos casos á estas manchas se agregan otras enteramente negras producidas por la magnetita, todo lo que contribuyen á dificultar el reconocimiento del mineral á primera vista, pero hay ejemplares sumamente bellos, porque sobre el fondo blanco cruzan venas rojas y azuladas que producen agradable combinación.

Por lo general las hachas son de tamaño medio; algunas, muy pequeñas, sólo tienen de 0m'01 á 0m'02 de largo, y una de las mayores que he visto procede del diluvium de Madrid y alcanza 0m'22 de largo por 0m'07 de ancho: pertenece al Sr. Rotondo. Por su forma corresponden á las hachas propiamente dichas la mayor parte de ellas, y algunas, á juzgar por la disposición de su boca ó corte, y siguiendo la clasificación de Nilson (*Les hab. primt. de la Scand.*, 1868), á los cinceles y azuelas. Todas ellas son designadas por el vulgo con el nombre de *piedras de rayo* ó *centellas*.

Hay también, según se ha indicado, entre los útiles recogidos en España algunos protohistóricos de nefrita, jadeita y cloromelanita, y así me parece de *nefrita* un hacha que existe en la colección de objetos prehistóricos del Museo Arqueológico, y me fundo para ello únicamente en sus caracteres exteriores, pues no me ha sido posible examinar ni su densidad, y mucho menos, por tanto, su fusibilidad y caracteres microscópicos. Lleva el número 88 en el Catálogo de objetos prehistóricos, y en él se asegura que procede de España, por más que no haya sido posible determinar el punto donde se encontró.

Tres han sido hasta ahora los objetos de *jadeita* españoles que he examinado. Todos están caracterizados por su densidad, comprendida entre 3'30 y 3'36, ser fácilmente fusibles al soplete en un vidrio transparente ligeramente amarillento, y no dar indicio alguno de manganeso; carácter negativo que distingue bien este mineral de la cloromelanita. Su color es verde aceituna un poco obscuro, y tienen la translucidez de la calcedonia.

El primero es un amuleto que pertenece al Sr. Vilanova, encontrado junto con los restos de un cadáver al excavar un pozo, en Monachil. Parece la porción correspondiente al corte de un hacha, aserrada por la mitad y perpendicularmente á su longitud; tiene una cara plana y la otra convexa, y en ésta lleva dos agujeros inclinados que pasan á la cara plana, unidos entre si por un surco algo profundo y ancho, como mortaja para el cordón que sirviera para colgar el amu-

leto. En la cara convexa tiene, como decoración, tres rayas que marcan el perfil de otra hacha. Desde el plano normal á la longitud del instrumento, plano producido al aserrar el arma con objeto de convertirla en amuleto, pasa otro agujero hasta la cara plana. Su densidad es 3'32.

El segundo forma parte de la bella colección de mi amigo D. Emilio Rotondo, y procede de la provincia de Murcia. Mide 0m'147 de largo por 0m'058 de ancho. Está muy bien pulimentado; sus costados son redondos y curvos; las caras, que son convexas, dan al instrumento notable espesor y solidez, el filo es grueso—por lo cual apenas es transluciente—y curvo, no siendo la parte más ancha del arma. Su color es verde muy obscuro, y tiene casi á todo lo largo una veta de cuarzo blanco, y esparcidas por su masa manchas casi negras. Su densidad es 3'36. De este arma he podido separar un fragmento pequeño sin deformarla, cosa que no conseguí de la anterior, para hacer con ella una sección muy delgada.

Esta al microscopio, tiene color gris amarillento un poco verdoso; por unos lados se muestra confusamente fibrosa, mientras que por otros no se percibe tal estructura. La enturbian abundantes manchas grises irregulares y opacas, grandes unas veces, muy diminutas otras, más ó menos espesas, y acompañadas de otras pequeñas irregulares, y frecuentemente arborizadas de magnetita. En alguno de los puntos en que se percibe con más claridad la estructura fibrosa, las fibras son anchas, cortas, rectas y entrecruzadas, y brillan con vivos colores en la luz polarizada, apareciendo, sin embargo, más confundidas unas con otras que en la luz natural. Esta confusión es mucho mayor en las partes no fibrosas, pues toda la masa aparece entre los nícoles cruzados brillante, de color gris con algunos pequeños toques esparcidos de azul y amarillo, que se ven aumentar considerablemente si la observación se hace con un objetivo de poder. En una palabra, ofrece este material una *polarización de agregado.*

El tercero está en mi poder, y parece que fué hallado en una de nuestras provincias de Levante, sin que haya sido posible precisar cuál. Tiene 0m'086 de largo por 0m'047 de ancho, y es un hacha de color verde claro, transluciente en los bordes delgados, cuyos costados son planos y rectos, y su corte curvo, para constituir la parte más ancha del instrumento. En su cabo, obtuso y aplanado lateralmente, lleva un agujero que lo atraviesa de un lado á otro, hecho

con un instrumento muy duro y punzante y comenzado por ambas caras. Tiene por densidad 3'30.

Por último, el Sr. D. Guillermo Macpherson, que ha hecho numerosas exploraciones prehistóricas en las provincias de Granada y Sevilla, me ha dicho que halló en una sepultura un hacha verde que tenia el aspecto de ser de nefrita ó jadeita.»

Completemos ahora los datos del anterior artículo para justificar la existencia en España de un yacimiento muy abundante de fibrolita.

Hace algunos años que al recorrer la provincia de Segovia en busca de datos mineralógicos que completasen los que había publicado en 1891 en mi *Descripción física y geológica de dicha provincia*, vi casualmente en Riaza una piedra con aspecto de *jade*, que su poseedor creia ser *un rayo*. Llamó esto mi atención, pues si bien algo se asemejaba el ejemplar á las hachas prehistóricas, no presentaba señal de haber sido labrado como lo están todos á los que comunmente se da el nombre de rayos.

Pregunté de dónde procedia la piedra aquélla; me dijeron que de la falda septentrional de Somosierra, y algunos días después, reconociendo con atención el terreno que hay desde el pueblo de Cerezo de Arriba al de Cerezo de Abajo, hallé entre las tierras procedentes de la descomposición de las micacitas y neises varios nódulos de *piedra de hachas* semejantes al visto en Riaza, nódulos á que en el país llaman *rayos* lo mismo que á las *hachas* talladas.

Teniamos, pues, una localidad de donde las civilizaciones protohistóricas de nuestra Península podían haber sacado material para sus utensilios, y el hallazgo resultó de importancia, pues explorando después la localidad citada se ha visto que relativamente son allí muy abundantes los nódulos del mineral en cuestión.

Así viene á despejarse la incógnita de un problema que ha ocupado á los arqueólogos, pues no siendo conocidos en Europa yacimientos de *jade* ó *nefrita*, para explicar la existencia de tantas herramientas como se encuentran hechas con él, y que suelen hallarse en las estaciones protohistóricas, era necesario admitir que entre los habitantes nómadas de los tiempos más antiguos existian relaciones comerciales que permitian llegar á todas partes de Europa las herramientas cuyo material sólo se encontraba en las regiones más apartadas de Asia y en las islas de la Oceanía, desconocidas para los europeos hasta la época moderna.

Sin embargo, no ha de olvidarse, en vista del trabajo del Sr. Quiroga, que con el nombre de *jade*, *nefrita ó piedra de hachas* se han confundido diferentes especies mineralógicas, lo que cualquiera puede comprobar leyendo las principales obras publicadas por los extranjeros respecto á mineralogía, y viendo que en España D. Donato García, en sus *Lecciones de Mineralogía*, dadas á luz por Cisneros en 1845, admite que el *jade* se halla en el terreno de San Lorenzo del Escorial; D. Felipe Naranjo, en sus *Elementos de Mineralogía*, 1862, manifiesta que lo encontró en la Sierra de Granada; D. Casiano de Prado, en su *Descripción geológica de la provincia de Madrid*, 1865, dice que se encuentra en Horcajo, Horcajuelo y Madarcos; otros autores lo han señalado en Prádena del Rincón y en Montejo, y en todos estos sitios siempre el mineral de que se trata es la *fibrolita*.

Añadiremos que fuera de la primera localidad de las mencionadas, la cual está poco determinada, y de la segunda de aquellas, que es bastante dudosa, los demás yacimientos están próximos entre sí y cerca de Cerezo, si bien en la vertiente opuesta de Somosierra; y siendo el mineral de que hablamos escaso en la provincia de Madrid, se presenta, por lo contrario, como abundante en la de Segovia, y á pesar de que hasta la fecha haya pasado inadvertido, sin duda de aquella tierra es de donde salieron principalmente los materiales para las armas de la edad de piedra del centro de nuestra Península.

De lo dicho y de otras consideraciones que ahora huelgan resulta:

1.º Que confundidos diversos minerales con el nombre de *jade*, el empleado en las armas prehistóricas de España es el que los mineralogistas denominan *fibrolita*, y el mismo que existe en la cordillera del Guadarrama, principalmente en el terreno de Cerezo, en la provincia de Segovia.

2.º Que si bien los arqueólogos han tratado de explicar la procedencia de los útiles de piedra labrada por medio del comercio de los primitivos habitantes, los naturalistas [1] han combatido esta opinión y admiten que el material ha debido obtenerse en Europa, aun cuando no se conozcan hoy los yacimientos, y estas ideas indudablemente son ciertas para España, sobre todo, después del descubrimiento del abundante criadero segoviano que viene á dar cabal idea

(1) V. *Compte rendu de la 6e session du Congrès international d'Antropologie et d'Archeologie prehistoriques*: Bruxelles, 1872, págs. 351 y siguientes.

de cómo fueron, aunque hoy estén agotados, los criaderos de fibrolita.

Para juzgar bien del caso, presento con esta nota el dibujo en tamaño natural de seis útiles de la edad de la piedra pulimentada, puestos en parangón con otros seis nódulos de fibrolita, todos en su propio tamaño, procedentes de Cerezo de Abajo, y escogidos entre los muchos que tengo de aquella localidad, para que pueda comprenderse cómo dada la forma natural de los dichos nódulos, se podría fácilmente obtener de ellos objetos semejantes á los tallados en las edades protohistóricas.

Las figuras 1 (b) y 2 (b) de la lámina 6.ª del Boletín, representan dos hachas recogidas en el término de Huete, en la provincia de Cuenca, y las 1 (a) y 2 (a) dos nódulos semejantes á ellas.

Las figuras 3 (b), 4 (b) y 5 (b) de la lámina 7.ª del Boletín, corresponden á tres útiles, encontrados en la vertiente septentrional del Somosierra los dos primeros, y en la meridional el tercero, y de los tres nódulos de fibrolita figurados, el señalado con el signo 3 (a) es el primero que, como queda dicho, vi y recogí en Riaza, mientras que los marcados 4 (a) y 5 (a) son de Cerezo.

La gran hacha 6 (b) de la lámina 8.ª del Boletín se recogió en Castrillo de la Reina, provincia de Burgos, por D. Cándido Izquierdo: es la de mayor tamaño que he visto y me ha sido imposible encontrar un nódulo de fibrolita tan grande como ella, si bien no es pequeño el 6 (a) que va puesto frente á frente.

Diré, para concluir, que, según los ensayos que he hecho, el peso específico de la fibrolita de Cerezo es de 3'23, su dureza de 6'2 á 6'5 y su composición química la siguiente:

Sílice	38'00
Alúmina	59'20
Oxido férrico	0'80
Magnesia	0'20
Agua de combinación	1'80
Total	100'00

Considero inútil entrar en más detalles, pues la importancia científica del caso queda suficientemente demostrada con lo expuesto.

Daniel de Cortázar.

CRIADEROS SEDIMENTARIOS DE COBRE

EN MENORCA Y EN GRANADA

I

En varias localidades del extranjero se conocen desde hace mucho tiempo diversos yacimientos de cobre donde el mineral parece indiscutible que se ha depositado al mismo tiempo que las rocas que lo contienen; pero no tengo noticia de que se haya descrito ningún criadero de esta naturaleza en tierras españolas [1], y, por consiguiente, juzgo de interés dar cuenta de algunos que he visitado últimamente, estimando que, aun cuando por la brevedad de mi visita habrá de resultar por muchos conceptos deficiente mi trabajo, en algo habrá de contribuir á completar los datos acerca de nuestra minería, y no carecerá de interés, considerado desde el punto de vista de la geología aplicada.

Un carácter común á estos yacimientos, que demuestra su origen y puede servir para explicar su formación, consiste en que casi siempre contienen restos de plantas, *Calamites*, *Araucarias*, *Helechos*, etc., á cuyo alrededor se concentran los minerales de cobre, la *calcosina* principalmente, y aun es frecuente que los mismos minerales sustituyan, en parte ó totalmente, á la materia vegetal.

En Rusia y en Bohemia, á diferentes niveles sobre el Roth-rodteliegen y dentro del terreno triásico, se encuentran de dos á cuatro capas metalizadas por el cobre, siendo de notar que los tallos vegetales

(1) Escrito este trabajo, he recibido un folleto impreso en Octubre último con varios informes sobre los cobres de Menorca, y además se ha publicado en el *Bol. de la Soc. española de Hist. Nat.*, tomo I, núm. 9, una nota de D. Jaime Ferrer sobre los yacimientos de calcosina de Menorca.

están impregnados de calcosina, y á cierta distancia de ellos no se observan más que minerales de cobre oxidados.

Gran interés geológico é industrial ofrecen los yacimientos cupríferos de Mansfeld, donde se presenta el mineral impregnando una capa de $0^{m},50$ de espesor en las pizarras del Zechstein; la ley media de los minerales es del 3 por 100 de cobre, y su explotación produce anualmente 16000 toneladas de cobre y 60 toneladas de plata. Entre el mineral se encuentran restos de peces, y ramas y hojas de vegetales en abundancia. Los afloramientos cupríferos se extienden en 35 quilómetros de longitud, y se están explotando desde hace más de setecientos años sin haber descendido á profundidades mayores de 250 metros.

En Westfalia y Hesse vuelve á encontrarse la capa cuprífera de Mansfeld, pero con caracteres algo diferentes, aun cuando siempre relacionado el mineral con restos orgánicos vegetales.

Yacimientos análogos á los citados son los de Perm en Rusia, y semejantes á éstos es el que se encuentra en Corocoro, Bolivia, donde aparece el cobre nativo principalmente, acompañado de yeso y mineralizando restos de troncos vegetales.

Aparte de estos criaderos de cobre, en que los residuos orgánicos prueban la formación sedimentaria, existen otros que se presentan en forma estratificada, pero que no contienen restos orgánicos fosilizados; algunos de estos yacimientos parecen hallarse en relación con rocas hipogénicas: tales son los del Cáucaso, donde se encuentran masas y capas silíceas cupríferas y plomíferas interestratificadas en los sedimentos terciarios y relacionadas tal vez con dacitas. También en Boleo (California) hay un criadero de cobre constituído por capas muy regulares de conglomerados traquíticos, andesíticos ó labradóricos, con intercalaciones de estratos cupríferos; y por fin, en Rammelsberg (Harz inferior) se conocen unos criaderos de pirita cuprífera y de galena, que, según Wimmer, von Groddeck y Kohler, corresponden á una capa claramente sedimentaria.

Estos son los yacimientos de sedimentación de cobre más conocidos y que constan en uno de los mejores tratados especiales sobre los criaderos metalíferos [1]; á ellos podrán ahora agregarse los de la isla de Menorca, y aun otros de menor importancia, de la provincia de Granada, en cuya descripción entraré seguidamente.

(1) Ed. Fuchs y L. Launay, *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, 1893.

II

Intercalados en las capas de arenisca del terreno triásico inferior se presentan en diferentes localidades de la isla de Menorca varios yacimientos de cobre que, aun cuando conocidos desde hace tiempo, no han llamado la atención debidamente hasta que, por encargo de una Sociedad domiciliada en Mahón con el nombre de «La Maquinista Naval» los visitó en el verano último el señor barón de Pritzbuer, ingeniero de minas francés.

El paraje donde estos yacimientos han sido reconocidos más detenidamente se halla situado hacia la región central de la isla, entre Mercadal y el monte Toro, relieve topográfico el más importante, que se eleva hasta 358.^{m} de altitud, correspondiendo la zona reconocida á una concesión minera de veinte pertenencias, denominada *La Rubia*.

Saliendo de Mercadal en dirección al monte Toro, se observa que el terreno comprendido hasta la falda del monte está constituído por areniscas y pizarras terrosas, verdosas ó azuladas, en capas muy dislocadas correspondientes al terreno devoniano; una falla separa después este terreno de otro más moderno, representado por una serie de areniscas y arcillas rojizas, que por su facies característica, y por estar comprendidas entre las capas devonianas y las calizas del Muschelkalk deben ser referidas al triásico inferior.

En la parte alta de las areniscas y arcillas triásicas, rocas esencialmente detríticas ó de sedimentación mecánica, se intercala un banco de composición bastante compleja y de naturaleza muy distinta de la de los que le sirven de caja, tanto más interesante cuanto que en él se encuentra el mineral de cobre, objeto de la concesión minera. Se trata de una roca de sedimentación química formada por una mezcla íntima de carbonatos de cal y de magnesia, arcilla y sílice, según resulta del análisis siguiente que inserta el señor Barón de Pritzbuer en uno de sus informes:

Sílice	45'30
Alúmina	16'40
Acido carbónico	13'50
Cal	14'61
Magnesia de 3,77 á	5'50

siendo de notar que la sílice no se presenta en granos aislados de cuarzo, sino combinada con los demás elementos. Es, por consiguiente, esta roca una mezcla de arcilla con carbonatos de cal y de magnesia, es decir, una marga magnesiana muy compacta de color gris claro que contrasta con el rojo de las arcillas y areniscas en que se halla interpuesta.

Dentro de esta marga se presenta frecuentemente homaguera muy impregnada de calcosina: no forma la substancia carbonosa una capa continua, sino que está dispuesta á la manera de lentejones más ó menos extensos con las correspondientes soluciones de continuidad entre unos y otros.

Las capas del terreno triásico inferior, en la región de esta mina, se presentan con buzamiento oriental de unos 30°, y sobre ellas descansan concordantemente las calizas del Muschelkalk, rocas que, á su vez, sirven de asiento á otra serie de calizas en lechos delgados con *Daonellas* y *Ceratitas*, sobre las que descansa una caliza dolomítica que se supone corresponde á la parte alta del triásico superior de la isla.

Ya he indicado antes, que los yacimientos de cobre de Menorca se conocen desde hace mucho tiempo, y probablemente se referirá al de la mina *La Rubia* la noticia que consta en la descripción geológica de H. Hermitte al tratar del terreno triásico, donde dice que cerca del monte Toro existió una explotación poco importante de cobre (carbonato verde); es de suponer que este distinguido geólogo no visitaría las labores mineras, ya porque éstas se hallaran inaccesibles ó porque no existieran, pues de otra suerte hubiera llamado su atención aquel yacimiento cuprífero donde el carbonato verde de cobre es sólo producto accesorio como procedente de la alteración de la calcosina.

El mineral de cobre se presenta exclusivamente en el banco de marga gris compacta interpuesta entre las areniscas y arcillas del terreno triásico inferior; el espesor de este banco margoso varía entre 0m,40 y 1m,80, y se halla separado de las rocas que le sirven de caja por dos lisos lustrosos bien determinados. La calcosina, ó sea el sulfuro de cobre Cu^2S, que en su mayor estado de pureza contiene 79'80 por 100 de cobre, se presenta impregnando el lignito contenido dentro de la marga, de suerte que los vegetales que dieron origen al carbón de piedra, puede decirse que están fosilizados por la calcosina, de tal modo, que en porciones determinadas han

desaparecido las fibras vegetales, siendo reemplazadas totalmente por el cobre vítreo; en otras, y esto es lo más frecuente, aparece una mezcla de carbón y calcosina, y aun en algunos fragmentos que parecen constituídos exclusivamente por materia carbonosa, ha demostrado el análisis químico la existencia del cobre en proporción notable.

El número de zonas de carbón en el banco margoso no suele exceder de dos; frecuentemente se encuentra una sola, que á las veces se bifurca, y si en ciertos trechos desaparece totalmente la huella carbonosa, en otros su espesor alcanza hasta 20 centímetros.

Además de presentarse la calcosina sustituyendo al carbón de piedra, se acumula también alrededor de las masas carbonosas, impregnando la marga en un espacio como de un decímetro por encima y por debajo de aquéllas. Además se hallan, dentro de la roca, algunos nódulos de calcosina pura.

Una muestra de este mineral procedente de la mina *La Rubia* ha sido analizado en París por el químico Sr. Capron, dando el resultado siguiente:

Cobre........................	64'20
Hierro........................	3'50
Azufre........................	16'90
Sílice........................	1'00
Oxígeno........................	9'10
Materias orgánicas...............	5'20
Plomo........................	indicios.
Antimonio (1)..................	indicios.
Arsénico.....................	indicios.
	99'90
Plata........................	0k'016 por 100.
Oro........................	0k'000 —

En la región que ocupa la mina *La Rubia* no he visto comprobado más que un horizonte cuprífero: las labores mineras parecen indicar

(1) Según el Sr. Ferrer, en algunos puntos aparece la calcosina asociada con 50 por 100 de antimonio. (*Bol Soc. Hist. Nat.*, tomo I, núm. 9, página 340.)

[illegible]

[illegible] en las condiciones anteriormente indicadas. Las rocas que constituyen la caja tienen la consistencia suficiente para que no sea necesaria la fortificación de las excavaciones.

Para el arranque de la roca [illegible] es necesario el empleo de barrenos; [illegible] con facilidad [illegible]

La labor en que el criadero se presenta mejor mineralizado, y en la que se ha llevado el trabajo [illegible] es una [illegible] de cobre, que tiene 25 m. de largo y 1'24 de anchura media, en cuya labor puede observarse una falla con 1m70 de salto.

De esta excavación se han extraído [illegible] kg. de mineral de primera y [illegible] kg. de mineral de segunda. Ensayado el mineral de primera en el laboratorio de la Maquinista Naval de Bilbao, resultó con el 55'40 por 100 de cobre, pero según después me dijeron, parece ser que hubo un error material al comunicarme el resultado del ensayo y que la ley era de 35'40 por 100. En cuanto al contenido de los minerales de segunda, se dice que oscila entre el 3 y el 4 por 100 de cobre.

Teniendo en cuenta estos datos, puede calcularse que el metro cuadrado de criadero en la labor en cuestión, debe contener 29'8 kg. de cobre si se supone la ley de 35'40 por 100 para el mineral rico, ó 41'50 si se admite la de 55'40 por 100. Pero hay que tener pre-

sente que este cómputo no debe aplicarse á toda la extensión del criadero, sino que se refiere exclusivamente á la labor mejor metalizada, y que para formar juicio más preciso acerca de la importancia de este yacimiento de cobre es necesario ejecutar en debida forma nuevas labores de reconocimiento.

Pero no es solamente en el paraje en que radica esta mina donde se han encontrado yacimientos de esta naturaleza, sino que en otras localidades de la isla han sido también descubiertos, siempre en las areniscas del terreno triásico inferior y en relación con los lignitos interpuestos en la capa margosa.

Según Hermite, ocupa el triásico una extensión muy considerable de la región septentrional de Menorca, repartiéndose en tres comarcas: oriental, central y occidental, cuyas superficies, muy irregulares y de sinuosidades más bien en relación con los movimientos de las capas que con el relieve del suelo, ofrecen una orientación general de N. á S.

A la comarca central corresponde la mancha en que se halla la mina *La Rubia;* en las demás localidades, donde aparece el mineral de cobre en condiciones semejantes, no se han practicado labores mineras; pero afloramientos de la capa margosa con lignito cuprífero han sido atentamente examinados por el Barón de Pritzbuer, quien hace mención de los siguientes: uno situado en la comarca central al S. del cabo de Caballería, en una manchita triásica que está en contacto con el terreno jurásico que constituye el mencionado cabo; otro al O. del anterior y junto al mar, en la mancha pequeña de la misma edad de la cala de Caldered, cerca de Algairens, que sigue en bastante extensión á lo largo de la vertiente del monte de Santa Águeda; otro, también en la costa, y que, como el anterior, corresponde á la comarca occidental; y por fin, en la comarca oriental, cerca de Capifort, se encuentra igualmente otro afloramiento.

Resulta, por consiguiente, que los criaderos sedimentarios de cobre de Menorca se encuentran distribuidos en una comarca que ocupa dentro de la isla unos 20 km. de largo; y atendiendo á que todos se presentan en condiciones de yacimientos semejantes, hay fundados motivos para suponer que durante el período triásico inferior, y mientras se depositaban los elementos detríticos que hoy constituyen las areniscas y arcillas de la base del sistema, debió de formarse en la región menorquina un lago, cuyas aguas, además de contener disueltas determinadas sales alcalinas y térreo-alcalinas,

debían llevar también en disolución otras sales de cobre, procedentes, bien de emanaciones cupríferas en relación con rocas hipogénicas, bien de la descomposición de los minerales de cobre de filones preexistentes. Las materias orgánicas, y principalmente los vegetales, debieron extenderse en cantidad considerable por toda la superficie del lago, flotando al principio, sumergiéndose después y ejerciendo su acción reductora sobre las sales de cobre para precipitar el sulfuro metálico, á la par que por la evaporación se iban depositando las sales térreo-alcalinas y el légamo arcilloso hasta la completa desecación del lago. Más adelante las fuerzas moleculares y las acciones electro-telúricas debieron de concentrar el mineral en las vetas carbonosas y en las zonas inmediatas á ellas, así como también alrededor de determinados centros de atracción, formándose así los nódulos esféricos de que he hablado anteriormente. Así se explica, á mi juicio, la forma con que se presenta el miral de cobre entre las capas triásicas de la isla de Menorca, en íntima relación con lignito y la considerable extención superficial en que se halla distribuído.

Por lo demás, es indudable que los sedimentos del triásico inferior, y con ellos el horizonte cuprífero, debieron de extenderse sin solución de continuidad por la región septentrional de la isla; y más adelante, por consecuencia de los movimientos de la corteza terrestre, y por efecto de los derrubios, resultaron en parte separados unos de otros por las manchas devonianas ó cubiertos por los depósitos del triásico superior, y éstos á su vez por los jurásicos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, y atendiendo á que este género de yacimientos se caracteriza por la constancia en la naturaleza de sus minerales, al contrario de lo que suele ocurrir con los verdaderos filones de cobre, cuya composición varía frecuentemente con la profundidad pasando por diferentes especies cupríferas de distinta ley á medida que se profundiza, hay fundados motivos para suponer que el mineral habrá de encontrarse distribuido con bastante regularidad en toda la extensión de la capa margosa, concentrándose constantemente al rededor del carbón, y que habrá de consistir siempre en calcosina, sea cualquiera la profundidad á que alcancen las labores mineras.

Es, por consiguiente, interesante un estudio detenido del terreno triásico inferior de la isla de Menorca para precisar la marcha del horizonte cuprífero de que he tratado, y determinar después, por los

consiguientes reconocimientos mineros, las zonas explotables industrialmente consideradas.

Más adelante, si estos reconocimientos dieran favorable resultado, podrá demostrarse por medio de sondeos la continuación en profundidad de los criaderos de cobre, escogiendo al efecto aquellos parajes de la isla donde el examen geológico induzca á suponer que habrá de encontrarse el horizonte cuprífero á profundidades económicamente asequibles.

III

Si bien desde el punto de vista industrial ofrece por lo pronto escaso interés el criadero de cobre de que voy á tratar ahora, es, sin embargo, procedente hablar de él á continuación de los de Menorca, puesto que sus condiciones de yacimiento son semejantes, la especie mineralógica en él contenida es la misma que en aquéllos, y va acompañada también de vegetales fósiles; por otra parte, la geología de la comarca en que se encuentra, es sin duda alguna interesante, y no estará de más que me detenga algún tanto al hablar de ella.

En la carretera que une á Granada con Guadix, á unos 25 kilómetros de distancia de la capital, se encuentra una venta conocida por el nombre de «El Molinillo,» y como á 1 quilómetro al N. de esta venta se presentan unos yacimientos metalíferos, hace años registrados y conocidos en la comarca con el nombre de «Minas de El Molinillo,» por el lugar donde radican.

Corresponden al término de Huétor Santillán, y están situados á unos 300 m. de altitud, en una región quebrada y montañosa cruzada de E. á O. por el río Fardes, de corriente permanente é inmediato á la carretera. Circula allí el río por un profundo barranco que separa las estribaciones septentrionales de Sierra Nevada de las meridionales de la sierra Harana.

Las minas ocupan la vertiente S. de una serie de cerros que corren de E. á O. coronados por crestas calizas que se elevan hasta 1600 m. de altitud y á 400 m. sobre el río Fardes, la corriente del cual podría ser utilizada en fuerza motriz.

Las concesiones mineras ocupan espacio de 3200 m. de longitud por 700 de amplitud máxima. La importancia de estas minas estriba principalmente en un lecho de galena muy argentífera que en

ellas se encuentra; pero trataré de él incidentalmente, porque mi propósito ahora es sólo llamar la atención acerca del yacimiento cuprífero sedimentario que existe conjuntamente.

El cauce del río Fardes, en la zona del S. de las minas, está abierto en las rocas más antiguas de la comarca, que son pizarras arcillosas y areniscas más ó menos micáferas, en lechos delgados, de color gris ó rojo violáceo, y areniscas rojas, que la generalidad de los geólogos que han estudiado la región granadina consideran como pertenecientes al sistema cambriano.

Por la parte del S. del río, es decir, en su vertiente derecha, se presenta apoyada sobre los estratos cambrianos y con buzamiento meridional de pocos grados, una serie potente de capas calizas. más ó menos magnesianas, en las que se encuentran algunos yacimientos de calamina y galena. Corresponden estas calizas á una faja que envuelve al terreno estratocristalino de Sierra Nevada, y se supone que representan la facies pelágica del terreno triásico medio.

En la vertiente izquierda del Fardes aparecen también las calizas en contacto con las pizarras cambrianas, pero no formando grandes masas, sino constituyendo dos series de bancos muy inclinados al N. y aun verticales, al parecer alternando con las rocas cambrianas. Si estas calizas corresponden á la misma edad que las de la derecha del río, es necesario admitir para explicar su alternación con las rocas cambrianas, la existencia de varias fallas dirigidas de E. á O.

Ya al entrar en las concesiones mineras, en el barranco de Bernabé, se observan entre las pizarras y areniscas rojo-violáceas dos asomos de espilita, roca hipogénica que vuelve á encontrarse repetidas veces y en gran distancia en dirección al E. y al O., de suerte que estos asomos de espilita vienen á formar un eje que corresponde á una línea de fractura, relacionada probablemente con los yacimientos metalíferos de las minas del Molinillo, desde el punto de vista del origen de su metalización.

Continuando desde el fondo del barranco de Bernabé y en dirección al N., se corta la serie de capas donde arman los criaderos metalíferos en cuestión, todas ellas con buzamiento septentrional.

Próximo á la espilita se presenta un banco de pudinga de cimento rojizo con elementos de cuarzo blanco; siguen á éste, en orden ascendente, pizarras y areniscas rojo-violáceas, en las que se intercala un filón-capa de baritina blanca con algunas pintas de sulfuro y carbonatos de cobre; sobre estas rocas descansan unos bancos de ca-

liza magnesiana cavernosa sobre los que se halla edificada la casa del Mojino; sigue á continuación una serie de margas grises, areniscas rojo-amarillentas, pizarras y arcillas pizarreñas que contienen interestratificado un yacimiento de galena muy argentífera, de espesor variable, en el que se presenta el mineral de plomo mezclado con arcilla, marga, baritina y cuarzo, y que, desde el punto de vista minero es, entre todos, el que ofrece mayor importancia. Por encima de esta zona, que en la localidad llaman de plomo negro, aparece otro horizonte de menor espesor donde se presenta la galena brillante mezclada con minerales de cobre; á corta distancia, sigue otra zona con pirita de cobre y carbonatos, y por fin, ya á más alto nivel estratigráfico, se ven unas capas de margas y areniscas amarillentas que contienen tallos vegetales de regular tamaño, en parte fosilizados en calcosina, conservando el resto la estructura fibrosa procedente del vegetal primitivo transformando después en carbón. En este mismo horizonte se encuentran diseminados unos nódulos de forma aproximadamente esférica de 5 á 20 milímetros de diámetro, constituídos también por el cobre vítreo, debidos probablemente á la concentración del mineral alrededor de núcleos orgánicos, y en la parte alta de la serie se presentan algunas vetas de yeso.

Por lo que se refiere á la edad del terreno en que arman los cobres sedimentarios, es casi seguro que corresponda á la época triásica, en facies lacustre; su separación de las calizas que forman la parte alta de la cordillera no está bien manifiesta, porque parecen concordantes, pero estas calizas son de edad muy distinta, pues parece ser que en ellas ha encontrado fósiles titónicos el ingeniero de minas, D. Joaquín Gonzalo Tarín.

Por otra parte, al pie de las escarpas calizas, por encima del cortijo de D. Juan de la Higuera, dentro de las concesiones mineras, se ven otros bancos calizos, poco inclinados, llenos de *Numulitas* y *Alveolinas*, los cuales fósiles demuestran que los depósitos eocenos penetraron hasta esta parte de la cuenca del río Fardes, de la misma manera que en otros parajes de Andalucía, donde, como observaron los Sres. Michel Levi y Bergeron en su estudio sobre la Serranía de Ronda [1], el mar numulítico penetró, según un gran número de golfos formados, ya por los pliegues sinclinales del suelo, ya por los va-

(1) Bol. Com. Mapa Geol., tomo XVII, pág. 229. Estudios relativos al terremoto ocurrido en Andalucía en 25 de Diciembre de 1884.

lles ocasionados por las fallas en él producidas, viéndose, en consecuencia, que las hiladas numulíticas se internan en las muchas é intrincadas quiebras que presentan los depósitos jurásicos, los cuales forman á veces escarpas tajadas en cuyos pies se extiende la serie de capas numulíticas.

Volviendo ahora al yacimiento de cobre, objeto de esta nota, indicaré que el reconocimiento del horizonte en que se presenta, está reducido hasta ahora á un socavón y una labor pequeña sobre el criadero, del que se han extraído muchos tallos de vegetales de gran tamaño fosilizados en calcosina, aunque, como queda dicho, conservan en parte el tejido fibroso siquiera carbonizado, y también se han recogido bastantes nódulos esféricos de la misma especie mineralógica, con tamaño variable entre el de una avellana y el de una nuez. Ensayada una de las muestras de calcosina con carbón, que recogí en mi visita, dió el 59'76 por 100 de cobre metálico.

Es de notar que en el criadero del Molinillo no se ha presentado hasta ahora el lignito en forma de vetas carbonosas más ó menos extensas como en Menorca, sino en tallos sueltos; pero como el reconocimiento minero es muy incompleto, no es posible afirmar si llegarán á encontrarse los vegetales cupríferos acumulados en cantidad para formar capas. De todas suertes, el origen y modo de formación de los dos yacimientos, granadino y balear, son, á mi juicio, comparables y semejantes, aun cuando considerados industrialmente puedan diferir en mucho según resulten más ó menos abundantes en minerales de cobre.

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

UN SONDEO EN LINARES

(JAÉN)

Partiendo del hecho indudable de que en el distrito de Linares se extrae con las máquinas de las minas un mínimo de 25 á 30000 metros cúbicos de agua diarios, ocurre en seguida preguntar: «¿De dónde provienen estas aguas?»

Siendo rocas graníticas las de la zona principal donde arman los filones de la localidad, y constituyendo una gran masa que forma en la superficie extensa meseta, no cabe suponer que en lo interior de esta formación pétrea existan grandes depósitos *permanentes* de agua que supliesen para un gasto aproximadamente igual en una larga serie de años, hecho que allí se verifica según se ha podido comprobar en varias minas donde, salvo la diferencia de profundidad conquistada y los mayores huecos obtenidos, el trabajo efectivo de las máquinas viene siendo, un año con otro, casi uniforme.

No puede tampoco admitirse que el agua se acumule en los mismos filones, cual consecuencia de las filtraciones de los hidrometeoros, porque, en primer lugar, la media anual higrométrica es muy variable en el país y no guarda relación con la uniformidad del desagüe ya referido; y, en segundo lugar, porque conociendo la media anual de lluvia deducida del promedio de un quinquenio en el supuesto de que se filtrase en el terreno toda la caída (salvo las pérdidas de evaporación), resultaría una cantidad de agua para toda la zona mucho mayor que la anual extraída por las máquinas para colocar las minas en condiciones de ser explotadas con el desagüe hecho, lo que se comprende bien, pues las rocas del terreno son prácticamente impermeables; y si sólo se tiene en cuenta el área superficial correspondiente á los filones, como terrenos propiamente, y de hecho, permeables, entonces el agua depositada por las lluvias en semejante zona es muy inferior á la cantidad realmente extraída.

Es innecesario aducir cálculos detallados en corroboración de estos razonamientos; pero con lo sumariamente expuesto se colige cómo, sin alcanzar exactitudes matemáticas, puede afirmarse categóricamente que las aguas de las minas no se producen directamente en la zona ocupada por ellas, sino que provienen de otros terrenos más permeables que ocupan más amplia y elevada extensión y donde ora las lluvias, ora los deshielos y otros fenómenos meteorológicos, pueden fácilmente dar lugar á depósitos permanentes por su ordenada renovación, y originar así la transmisión uniforme de líquido á la zona minera gracias á la circunstancias propias de los filones que cruzan á aquélla.

Bien pronto se halla confirmación para esta teoría observando lo que ocurre en alguna de las minas situadas en los linderos de la meseta granítica de Linares y en contacto con los terrenos sedimentarios secundarios ó terciarios, es decir, el trías y el mioceno, que allí se superponen al granito.

La mina *La Tortilla*, situada en el extremo SO. de la meseta, abundantísima siempre en aguas, vió éstas crecer en cantidad tan abrumadora al acercarse con una de sus galerías al contacto de las formaciones sedimentarias, que, no bastando las potentes máquinas de Cornwall que tenía establecidas para el desagüe, hubo de aumentarlas, recientemente, con dos poderosas bombas de Worthington, las que extraen cerca de 7000 m. cúbicos de agua diarios. Un nuevo pozo á un km. de distancia próximamente de las antiguas labores y fuera ya de la vertical de los afloramientos del granito, se ha profundizado 112 m. dentro de las rocas sedimentarias antes de alcanzar la masa hipogénica, y de él solo, independientemente del trabajo de las bombas mencionadas, se extraen con una máquina horizontal cantidades de agua que varían entre 500 y 1000 m. cúbicos al día.

Adquirido el convencimiento de que no en el terreno de las minas, sino fuera de él, es donde ha de buscarse el origen de las aguas que de aquéllas se extraen, se comprende bien cuán interesante es la resolución del asunto, no sólo por su importancia científica, sino principalmente por las necesidades imperiosas que en el consumo de agua experimenta la ciudad de Linares, en la cual, por raro contraste, sobran la mayor parte de las aguas de las minas y faltan casi por completo las precisas para las inmediatas necesidades de los habitantes.

Teniendo en cuenta lo que se consigna, entre otras obras, en la de D. Juan Vilanova y Piera acerca de los *Pozos Artesianos;* en la titula-

da *Guide du sondeur*, de Degousée y Laurent; en el *Tratado de aguas y riegos*, de Llauradó, y en el *Handbuch der Tiefbohrkunde*, de Tecklemburg, y analizando las hojas del Mapa geológico de España, correspondientes á la provincia de Jaen, pudo deducirse, con el auxilio de algún otro mapa incompleto, pero exacto, del distrito de Linares, y con observaciones personales de los terrenos y manantiales de la localidad, la afirmación de la idea de que podrían hallarse aguas artesianas, ó por lo menos, ascendentes y en cantidad muy bastante para atender á las demandas de la población, haciendo en ella un sondeo, siquiera fuese el proyecto en contra del parecer de la generalidad. Al efecto se comenzaron los trabajos á fines de Abril de 1899.

A robustecer la convicción dicha contribuía ver que los horizontes inferiores de los terrenos secundarios alcanzan la mayor altura de las montañas que como anfiteatros se extienden por el S. y SE. de Linares con una cota máxima de 2195 m. (Sierra de Mágina) y un promedio de 1000 á 1500 m. (Sierras de Albancher y Cazorla); y aun cuando formaciones más modernas afloran desde aquellas alturas para abajo, en las laderas de las dichas montañas, *siempre* se encuentran á nivel más alto sobre el del mar que la meseta de Linares.

De esto puede deducirse que si la estratificación de las capas no sufre interrupciones ó grandes dislocaciones en los 35 ó 40 km. de distancia que median entre Linares y las sierras antes nombradas, será posible hallar aguas artesianas ó surtidoras, si la cuenca de los terrenos secundarios avanza hasta el punto del sondeo, antes del contacto con el granito, y sólo ascendentes en el caso que esto no suceda. No era posible, pues, tener *seguridad* de descubrir aguas de salto, porque, dada la proximidad á que debe hallarse el granito en el punto del sondeo, es difícil que se puedan cruzar allí con la sonda una gran serie de estratos terciarios y secundarios. Sin embargo, como es desconocida la ley del buzamiento del granito en su contacto con el terciario en la mayor parte de la meseta de Linares, pudiera ser la inclinación tal y tan repentina en sus avances para formar la cuenca hidrológica del Guadalimar, que consintiese la existencia de bastantes capas triásicas de las que afloran á poca distancia de la ciudad, en posición estratigráfica inferior á la de las terciarias que por allí dominan, y siendo así, podrían encontrarse aguas verdaderamente artesianas.

Instalóse el sondeo al S. de la ciudad quilómetro y medio, poco

más ó menos, del centro de la misma y de la línea aparente en la superficie del contacto del terciario con el granito, línea muy bien definida que atraviesa Linares en dirección de NO. á SE.; y es muy probable que de haber hecho la instalación en la orilla del río Guadalimar á unos 150 m. por bajo del nivel del punto elegido, se hubiesen encontrado, desde luego, aguas surtidoras; pero se huyó deliberadamente de este sitio porque así nada se hubiera conseguido, teniendo entonces que elevar artificialmente las aguas, no sólo los 150 m. dichos, sino además en la altura bastante para recorrer los 4 ó 5 km. á que la cuenca del río se halla de la población, y esto hubiera hecho la empresa industrialmente imposible.

Empezado el sondeo, como se ha dicho, en fin de Abril de 1899, marchó perfectamente durante los meses de Mayo, Junio y Julio, habiéndose profundizado 80 m. con el trépano movido con cuerda, y se continuó con un aparato de caída libre, hasta los 110 m., á la cual hondura, y sin explicación satisfactoria, se quedó la barrena atrancada en tales términos que fueron inútiles cuantos esfuerzos se hicieron ó inventaron para extraerla durante los meses de Agosto, Septiembre y principios de Octubre; habiéndose intentado en este tiempo, por el jefe del sondeo, desprender el trépano usando la dinamita en el fondo del pozo, sin más resultado que destrozar la tubería de contención en tres secciones diferentes; contratiempo que originó grandes gastos y pérdida de tiempo para extraer los tubos rotos y reponerlos con otros nuevos. Compuesta al fin la tubería, y visto que la barrena resistía á todas las tentativas de extracción, se ha decidido paralizar el sondeo, tanto más cuanto que pueden utilizarse las aguas ascendentes obtenidas por la perforación.

Como puede verse por el siguiente cuadro de los terrenos atravesados con el sondeo, se ha conseguido el objeto primordial que se perseguía, pues quedan demostradas la regularidad de la estratificación de las capas y la deseada alternación de las permeables con las impermeables á distintas profundidades.

CUADRO de los terrenos atravesados con el sondeo y grueso de las capas cortadas.

	Metros.
Tierra vegetal	0'60
Gredas calcáreas	0'60 á 6'90
Marga amarilla	6'90 á 10'40
Marga amarillenta y verdosa acompañada con gredas	10'40 á 13'15
Arcilla verde arenosa	13'15 á 19'43
Arena verde acuífera	19'43 á 21'93
Arcilla verde compacta con nódulos gredosos	21'93 á 36'70
Gredas y arenas verdes acuíferas	36'70 á 38'50
Arcilla verde algo gredosa	38'50 á 53
Arcilla verde arenosa dura	53 á 60'50
Arcilla verde algo silícea	60'50 á 63
Arcilla verde arenosa	63 á 73'50
Arcilla verde muy compacta	73'50 á 79'50
Arcilla verde obscura muy compacta	79'50 á 83'50
Arcilla verde compacta y algo arenosa	83'50 á 88
Arcilla verde obscura muy dura	88 á 92'50
Arcilla plástica	92'50 á 99'20
Arcilla plástica y pirita de hierro	99'20 á 103
Arenas gruesas y gravas menudas de varios colores, trabajadas y transportadas por el agua	103 á 105'80
Arenas finas, grises y negras, acuíferas	105'80 á 106'50
Arenisca blanco-amarillenta y durísima	106'50 á 110

Del cuadro anterior se deduce estar comprobada la existencia de tres mantos acuíferos: el primero desde los 19m'43 de profundidad hasta á los 21m'93; el segundo desde los 56m'70 á 58m'50, y el tercero y más importante desde los 103 m. á los 106m'50.

No se ha hecho el aforo inmediato y exacto de las aguas ni la determinación de su fuerza ascensional, porque esto hubiera exigido una instalación de bombas que por el momento hubiera sido ó insuficiente ó excesiva, y en ambos casos inútil, ya que el primer propósito era bajar con el sondeo hasta el contacto con el granito ó, de permitirlo éste, hasta el nivel del río Guadalimar.

De que hay aguas ascendentes no cabe la menor duda, puesto que,

después de cortados varios mantos, el nivel acuífero se mantiene constante á 3 ó 4 m. por bajo de la superficie, y es claro que si la capa inferior no fuera ascendente, las superiores se hubiesen perdido en ella rebajándose el nivel de las aguas en el pozo.

Para juzgar de la abundancia de éstas basta tener presente (además de la altura de la columna dentro del tubo de sondeo) que, ensayadas las gravas y arenas de la última capa, resultan ser en su casi totalidad guijos de caliza, producto de arrastres por las aguas, y, como quiera que las calizas sólo afloran á la superficie al pie de la sierra, parece deducirse que el transporte de aquellas arenas y gravas se ha verificado por las corrientes en una distancia de 40 quilómetros y con gran importancia, pues así lo indica el espesor considerable del manto acuífero que sabemos tiene, en el punto de sondeo, tres metros y medio de potencia.

El agua es perfectamente potable, aun cuando al principio salía muy turbia por la gran mezcla de residuos y partículas de los terrenos atravesados con la sonda.

La falta de agua en Linares es tan grande, que aun después del contratiempo acaecido á la barrena del sondeo es necesario intentar por cualquier medio suministrar aguas potables á la ciudad; pero esto no significa que se renuncie á continuar el empeño iniciado, y si con lo hecho no hay bastante se tratará de abrir un nuevo sondeo, aislando los mantos acuíferos conocidos, y continuando la perforación hasta el contacto con el granito, no sólo para ver si en efecto hay aguas surgientes á la superficie, sino para adquirir el conocimiento geológico de los terrenos superpuestos á las rocas graníticas, empresa que no dejará de tener gran interés científico relacionado con la formación y desarrollo de los filones en el distrito de Linares.

Antes, sin embargo, de empezar un nuevo sondeo se ha pensado en utilizar las aguas obtenidas con el primero, y al efecto se colocó en el pozo una bomba de aire comprimido que con sus accesorios correspondientes puede extraer hasta 1200 m. cúbicos diarios, con un motor de 25 caballos.

Las pruebas hechas con gran cuidado y durante muchos días han dado los siguientes resultados:

1.° La cantidad de agua descubierta es considerable, pues según el promedio de los aforos hechos no baja, á pesar de las irregularidades de la bomba de extracción, de un mínimo de 1000 m. cúbicos diarios, y es claro que, si las irregularidades y pérdidas del apa-

rato de extracción se evitan, podrá contarse con un caudal de 1200 m. cúbicos por día, como producto mínimo del sondeo.

2.° Está comprobada la existencia de aguas ascendentes, pues cualquiera que sea el descenso del nivel que se obtenga con la máquina de extracción, en poco tiempo vuelve el nivel del líquido al punto en que primero estaba, y la subida del agua en el tubo de sondeo es tanto más rápida cuanto mayor ha sido el desnivel obtenido.

3.° De las tres capas ó zonas acuíferas cortadas en el pozo, la primera (de los 19m'45 á los 21m'95) es estática y poco abundante, puesto que al breve rato de funcionar la bomba de extracción, desciende el agua en el sondeo por bajo del nivel de la zona.

La segunda capa (de los 36m'70 á los 38m'50), aunque de más importancia, es también un manto que se agota tras pocas horas de extracción, pues la baja de desnivel alcanzado con la bomba ha llegado á ser de 41 m. incluyendo el espacio libre de 3 á 4 m. que hay siempre junto á la superficie dentro del tubo de sondeo.

La última capa acuífera (de los 105 m. á los 106m'50) es importantísima y ascendente en grado extraordinario, y á no existir sobre ella la gravitación de los otros dos mantos estáticos, es posible que las aguas surgiesen á la superficie, resultando verdaderamente artesianas.

4.° Esto es tanto más posible, cuanto que en la actualidad no tienen las aguas acceso enteramente libre en el taladro, pues sólo hay á la profundidad de los manantiales unos agujeros de diámetro pequeño hechos en los tubos del sondeo, por donde penetra el líquido con cierta dificultad y pérdida de fuerza ascensional por los rozamientos en los mismos agujeros, obstruidos, en parte, con las arenas y gravas que sin cesar afluyen de los mantos acuíferos.

5.° Las pruebas han demostrado también que el caudal alumbrado es casi inagotable dentro de las circunstancias del sondeo, referentes al diámetro y profundidad, y para los efectos prácticos de surtir de aguas potables la ciudad de Linares en sus más perentorias necesidades puede estimarse el éxito como asegurado.

6.° Es evidente, en vista de todo, que existe un copioso manto acuífero en la unión del terciario con la arenisca triásica, y así adquieren cada vez mayor fuerza las esperanzas cifradas en el resultado de una perforación que llegase á alcanzar el contacto de la dicha arenisca triásica con el granito, tanto más cuando que sabemos que

en semejante zona es donde se han encontrado las aguas más abundantes en varias minas en explotación.

7.° La calidad de las aguas del pozo artesiano es muy satisfactoria, pues según un ensayo hecho en Agosto de 1900 por el Doctor D. J. Jiménez Acosta, sólo acusan 14° hidrotimétricos, mientras que tienen 22° del mismo aparato los manantiales de que en la actualidad se surte la ciudad.

Tales son los principales datos geológicos é industriales del sondeo practicado en Linares á nuestra costa y por nuestra iniciativa.

GUILLERMO ENGLISH.

Linares, Septiembre 1901.

SONDEO DE VALVERDE

(CIUDAD REAL)

A fines de 1899, en la aldea de Valverde, dependiente de Ciudad Real, sita al O. de aquella capital y muy cerca del Guadiana, se abrió un pozo destinado á establecer una noria, casi tocando á las casas del pueblo, en el cual, y á poca profundidad, se tropezó con una serie de capas de arcillas blanquecinas algo pizarreñas y con manchas carbonosas bien manifiestas.

Esta circunstancia llamó la atención de algunas personas, entre ellas el ilustrado médico del pueblo, D. Alejandro Colás, y recordando lo acaecido en Puertollano aún no hace muchos años, hizo pensar en que tal vez se encontrase en la localidad una formación hullera á no muy gran profundidad bajo la superficie, y con objeto de hacer las investigaciones debidas se formó una Sociedad que registró una concesión minera para así asegurar los derechos de prioridad.

Las esperanzas parecían bien fundadas, pues desde las estribaciones occidentales de la Sierra de Alarcos y las orientales de los serrijones de Alcolea hay hasta el Guadiana una dilatada cuenca donde las rocas silurianas forman el contorno, y en el ámbito entre rocas cuaternarias se ven varios asomos de basalto, circunstancias concordantes con las que existen en Puertollano.

Hecho el registro minero, se comenzó en el otoño de 1900 un pozo cerca de la carretera de Piedrabuena, y se cortaron las rocas siguientes con los espesores que respectivamente se señalan:

Número.		Metros.
1	Terreno laborable	0'40
2	Arenisca arcillosa, gris obscura, de elementos menudos, producto de la desagregación de los basaltos. Es la misma roca que se ve en los cortes de la carretera	1'80
3	Areniscas de color amarillento, y entre ellas algunas arcillas ocráceas con granos y guijarrillos silíceos	13'20
4	Capa de arcilla arenosa ó greda muy compacta y de color gris obscuro	0'42
5	Capa de greda ferruginosa	0'16
6	Arcilla figulina amarilla	0'50
7	Arcilla de color verde obscuro algo pizarreña	2'40
8	Greda amarillenta	1'60
9	Margas arenosas carbonosas y á veces con pirita de hierro, en capas cada vez más obscuras	6'00
10	Arenisca de grano grueso gris amarillenta	0'10
11	Arcilla carbonosa	0'80
12	Aglomerado constituído, casi exclusivamente, por restos de vegetales dicotiledones, principalmente hojas, en que aún se ve la clorofila. Es un caso de formación turbosa sumamente extraño, y de que no se conoce hoy otro ejemplo por el estado de conservación de los detritos orgánicos	0'15
13	Zona de limo ó cieno fangoso	0'30
14	Gredas de color de ceniza, entre las que suelen hallarse algunos guijos sueltos	6'40
	TOTAL	34'23

Las aguas que con gran abundancia afluían á este pozo y la poca consistencia de las rocas en que se había abierto, provocaron grandes hundimientos que apenas pudieron contenerse con fuerte entibación, y por ello, desistiendo de continuar los trabajos en la forma con que se hacían, se pensó en establecer un sondeo con un aparato á propósito.

Así se hizo, y el taladro se comenzó en la primavera de 1901 á unos 30 metros á poniente del primer pozo, y se cortaron las rocas

siguientes hasta llegar á la profundidad de 66^{m}'30 en que se suspendieron los trabajos por haberse atorado el taladro á pesar del entubado que se habia establecido:

Número.		Metros.
1	Tierra vegetal	0'60
2	Areniscas y gredas rojizas	14'30
3	Arcillas obscuras en que abundan las hojas semicarbonizadas de que ya se ha hecho mérito	12'90
4	Gredas blancas	8'70
5	Arcillas obscuras	0'70
6	Marga pizarreña	0'50
7	Gredas y arcillas alternando con ligeras capas de marga endurecida y cantos sueltos de cuarzo y caliza.	19'40
8	Zona de guijos sueltos	2'00
9	Arcillas con guijarros de cuarcita muy dura	7'20
	TOTAL	66'50

Después del fracaso del primer sondeo se comenzó otro nuevo al mediodía del primero, más hacia el centro de la cuenca, y las rocas que se cortaron con el trépano de diamante fueron las siguientes:

Número.		Metros.
1	Tierra vegetal con algunos cantos de basalto	2'80
2	Arena gruesa con chinas basálticas	1'50
3	Greda blanca	16'90
4	Arcillas obscuras con guijos calizos y cuarzosos	9'95
5	Arenas y cantos con lajas de caliza dura	2'15
6	Caliza muy dura y fosilífera	14'60
7	Arenisca rojiza mezclada con greda gris y alguna pirita de hierro en la arenisca	3'20
8	Maciño amarillento con algunos cantos sueltos en las capas inferiores	28'70
9	Maciño de grano muy fino con algún guijarrillo	4'90
10	Gonfolita de elementos no muy voluminosos	4'40
11	Idem de gruesos guijarros	0'70
12	Cuarcita muy dura y resistente	1'50
13	Grauvaca gris con litoclasas ferruginosas	4'90
	TOTAL	96'20

A esta profundidad se suspendió el segundo sondeo.

Analizando los resultados del último sondeo y comparándolos con los obtenidos en los pozos primeramente abiertos, se ve pronto que las rocas señaladas con los números 1 al 4 corresponden al terreno cuaternario; son terciarias, las comprendidas desde el 5 al 11, correspondiendo las 5 y 6 á la zona de las calizas miocenas, y las restantes al grupo de los maciños y gonfolitas de la base de la misma formación terciaria; por fin, los números 12 y 13 son materiales silurianos de los mismos que se alzan todo alrededor de la cuenca, donde así queda demostrado que no existe el terreno carbonífero.

Se ha desistido, pues, de toda tentativa ulterior, y se han abandonado los registros mineros que se habían hecho en la localidad, donde tantas esperanzas racionalmente se habían fundado.

Los datos que anteceden nos los ha suministrado en gran parte el Sr. D. Alejandro Colás, que ya hemos citado al principio de esta Nota, y otros son producto de nuestras observaciones propias.

CASIMIRO COELLO.

Alcolea de Calatrava, Agosto de 1901.

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

POR

D. GABRIEL PUIG Y LARRAZ

INGENIERO DE MINAS

1899

853 ALMERA (DR. D. JAIME) y BOFILL (D. ARTURO).—*El accidente de la mina «Talia» de Mazarrón.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 63-64.

854 — — *Réunion extraordinaire de la Société géologique à Barcelone (Espagne)* (Reunión extraordinaria de la Sociedad geológica de Francia en Barcelona).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 661 á 900 [caja 170 mm. × 105 mm.]

855 ADÁN DE YARZA (D. RAMÓN).—*Rocas eruptivas de la provincia de Barcelona.*—MEMORIAS DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA, 3.ª ÉPOCA, III: BARCELONA, 1898 (publicado en 1899), págs. 559 á 569, con cinco láminas cromolitografiadas (Pegmatita envolviendo al granito.—Granulito del Tibidabo.—Pórfido cuarcífero de cerca de Martorell.—Microgranulito del Fondo de Belén (San Gervasio).—Pórfido cuarcífero del Tibidabo.—Pórfido petrosilíceo de Sant Andreu de la Barca, cortando las pizarras.—Porfirita diorítica-micáfera, al SO. de Martorell.—Porfirita de Sarriá.—Porfirita diorítica, entre Molins de Rey y San Feliu, cortando las pizarras.—Diabasa

de Papiol).—El mismo trabajo en extracto y sin las láminas se ha insertado en el Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, XXVI: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 831 á 839.

Sumario: Granito normal del litoral de la provincia de Barcelona. —Pegmatita de Bonanova y Belén (Barcelona) y del Monseny.—Granulita del Tibidabo, del Monseny, de Papiol y de Vallvidrera.—Opinión del Dr. Almera, acerca de la edad terciaria de la granulita de Papiol.—Sienita de Vallensana y Santa Coloma de Gramanet.—Diabasas tránsito á sienita del barranco de Santa Creu.—Micrograngulitas y pórfidos cuarcíferos del Tibidabo, del Monseny, del Congost de Martorell, de Sant Andreu de la Barca, del Pi den Vals, de San Andrés del Palomar y de Pedralbes.—Pórfidos sieníticos de Vallvidrera, del Tibidabo y San Gervasio.—Dioritas del Tibidabo, del SO. de Martorell, de la *Font Groga* y de Vallvidrera.—Epidioritas del Papiol. —Diabasas de Santa Creu de Olorde y Molins de Rey, del Puig Rodó, de los alrededores de Vallvidrera y de Papiol.—Porfiritas al E. del río Besós, del Barranco de Belén; porfiritas dioríticas de Molins de Rey y del SO. de Martorell.—Porfiritas diabásicas de Santa Creu de Olorde y de Papiol.

856 Almera (Dr. D. Jaime).—*Compte-rendu de l'excursion du 28 Septembre à Sans et à Montjuich* (Relato de la excursión del 28 de Septiembre á Sans y á Montjuich).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, XXVI: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 680 á 689 [caja 104 mm. × 167 mm.], con dos grabados en el texto (1. Corte del acantilado SO. de Montjuich.—2. Acantilado litoral de la colina de Montjuich).

Sumario: Cuaternario del llano de Barcelona.—Margas arenosas del astense en Hostafranchs.—Astense marino fosilífero de Sans.—Fósiles encontrados.—Serie de hiladas que se observan en el Montjuich, según los Sres. Maureta y Thós.—Lista de los fósiles hallados en el mismo.—Descripción de la falla vertical que existe del lado del mar.—Capas que constituyen el acantilado litoral de la montaña.—Canteras de arenisca cuarcífera.—Fenómenos debidos á la acción metamorfoseadora.

857 — *Compte-rendu de l'excursion du jeudi 29 Septembre à Olesa, La Puda et à Montserrat* (Relato de la excursión del jueves 29 de Septiembre á Olesa, La Puda y Montserrat).—Bull. de la Soc.

GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 690 á 710 [caja 104 mm. × 167 mm.], con nueve grabados en el texto (Bosquejo geológico de la comarca «El Bajo Vallés,» escala 1 : 500000.—Disposición que presentan las capas en la vaguada del río Llobregat entre La Puda y El Cairat.—Corte de la vertiente derecha al río Llobregat.—Corte de la vertiente izquierda al río Llobregat en la Puda.—Corte tomado entre Collbató y la montaña de Montserrat.—Corte transversal de la vaguada del río Llobregat en El Cairat.—Corte de la montaña de Montserrat desde Monistrol al Pico de San Jerónimo).

Sumario: Ponticnse continental del Vallés.—Lehm cuaternario de Sardanyola.—Fósiles encontrados.—Pizarras paleozóicas de Olesa.—Serie triásica de Olesa á Monistrol.—Caliza con *Ceratites*.—Carniolas del *Keuper*.—Capas eocenas con *Bulimus gerundensis*.—Paleozóico de Olesa á La Puda.—Pontiense de Esparraguera.—Pudingas, calizas y margas triásicas de La Puda.—Análisis de las aguas.—Dislocaciones de las capas triásicas en El Cairat.—Serie de capas observadas desde La Puda al Cairat, y en el camino de Esparraguera á Monistrol.—Deducciones geológicas y dinámicas.—Corte del barranco de la Salud.—Terciario inferior de Monistrol.—Fósiles hallados.—Constitución geológica del Montserrat.—El conglomerado numulítico.—Hipótesis acerca de la procedencia de los materiales que le constituyen.—Extensión superficial que abarcan en la región catalana.—Isleos de capas calizas en el conglomerado.—Datos orrogénicos.—Edad de las capas del Montserrat.—Al final de este trabajo se consignan breves observaciones de los Sres. Depéret, Dollfus, Carez, Gaudry, Stuart-Menteath y Vidal, respecto á las diversas cuestiones que se tratan en él.

858 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Compte-rendu de l'excursion du samedi 1er Octobre à Montcada et à Sardanyola* (Relato de la excursión el sábado 1.° de Octubre á Moncada y Sardañola).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1889), págs. 752 á 741 [caja 105 mm. × 170 mm.], con dos grabados en el texto (Corte del pico de Moncada.—Corte de la vertiente N. de la colina de Moncada).

Sumario: Pizarras macliferas de Moncada.—Pizarras ampelíticas con grafito y pirita ferrífera de la *Font Pudenta*.—Grauvacas con *Orthis* y Cystideas (Fauna de Caradoc).—Calizas con *Graptolites* del

siluriano superior.—Pizarras rojas fosilíferas, referidas por el señor Barrois al devoniano.—Caliza dolomítica de la cima de la colina de Moncada.—Comparación de los anticlinales de Moncada y del Tibidabo.—Resumen geológico.—Caverna desaparecida de Moncada.—Cuaternario de Sardañola.—Afloramiento mioceno fosilífero de la torre Giralt.—Caliza brechoide de la cantera de Canaletas.—Fósiles encontrados en las capas margosas y caliza grosera con *Cerithium pictum* y en el depósito brechoide inferior.—Montículo de pontiense con *Hiparion gracile* y *Mastodon longirostris*.—Depósitos marinos del Más Rampinyó, cerca de Moncada, y fósiles hallados.

859 (Almera Dr. D. Jaime).—*Compte rendu des excursions du dimanche 2 Octobre à Gracia et le Coll (Horta) et du lundi 3 à Vallcarca, au Tibidabo et à Esplugas* (Relato de las excursiones del domingo 2 de Octubre á Gracia y el Coll (Horta), y del lunes 3 á Vallcarca, al Tibidabo y á Esplugas).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 742 á 763 [caja 105 mm. × 170 mm.], con cuatro grabados en el texto (Corte del cerro Falcó al cerro Mora.—Corte desde Vallcarca á la cima del Tibidabo.—Corte de la vertiente izquierda al torrente Pujalde Esplugas.—Límites del mar plioceno en los alrededores de Barcelona y en la cuenca inferior del río Llobregat. En escala de 1 : 200000).

Sumario: Travertino cuaternario y plioceno marino de Gracia.—Granito al N. de la población de Gracia.—Grauvaca del Culm.—Calizas dolomíticas con restos de *Encrinus*.—Arcillas pizarreñas con mineral de hierro.—Riñones de ampelita.—Grauvacas del siluriano inferior.—Fósiles hallados.—Pizarras arcillosas silurianas de la collada del Carmelo (*Portell del Coll*) y dolomía brechiforme.—Dolomías y calizas de la colina Mora.—Datos estratigráficos de la misma y fósiles que se encuentran.—Isleo del trías inferior cerca de la capilla del Coll (*Font Rubiá*).—Relaciones entre las calizas carboníferas y las capas devonianas.—Extensión y fósiles vegetales del carbonífero.—Carbonífero de Vallcarca.—Paleozóico infra-carbonífero.—Caliza metamorfoseada y pórfido cuarcífero en contacto con el granito del Tibidabo.—Limo cuaternario de Bonanova.—Fenómenos que presentan las rocas en las vertientes del Tibidabo, debidos á una acción metamorfoseadora.—Sistemas á que probablemente pertenecerían las capas alteradas.—Rocas hipogénicas.—Plioceno de Esplugas.—Lista de los fósiles encontrados.—Observaciones relativas á la

fauna y la flora del plioceno medio.—Origen de la flora del plioceno medio.

860 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Compte-rendu de l'excursion du mardi 4 Octobre à Castellbisbal et à Papiol* (Relato de la excursión del martes 4 de Octubre á Castellbisbal y á Papiol).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 766 á 788 [caja 105 mm. × 170 mm.], con cinco grabados en el texto (Corte general según la vaguada del río Llobregat, ribera izquierda (de las casas del Rin á Cornellá).—Corte de las capas con congerias de la colina Gatxarella de Castellbisbal.—Corte del cerro de las *Escletjas* en Papiol.—Corte de las capas ordovicenses y devonianas de Papiol.—Corte de la colina de Papiol).

861 —— *Compte-rendu de l'excursion du mercredi 5 Octobre à Gavá, Brugués, Begas et Vallirana* (Relato de la excursión del miércoles 5 de Octubre á Gavá, Brugués, Begas y Vallirana).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 789 á 800 [caja 105 mm. × 170 mm.], con seis grabados en el texto (Corte según una trinchera de la carretera en los alrededores de Brugués.—Otro corte según otra trinchera en paraje inmediato al anterior.—Corte de la colina de San Miguel de Aramprunyá.—Vista del acantilado triásico desde Aramprunyá á Begas.—Corte desde el *Puig de las Agullas* á *Can Planas* (trias y cretáceo).—Corte transversal del valle de Vallirana).

Sumario: Astense marino á un quilómetro de Sans.—Delta del río Llobregat.—Aguas artesianas.—Moluscos marinos del plioceno superior.—Trias de Castelldefels.—Pizarras paleozóicas y calizas brechoides de Gavá.—Pizarras ferríferas de la ermita de Brugués.—Pizarras con graptolitos.—Fauna de las pizarras y calizas.—Trias de Brugués.—Serie triásica desde Brugués á Begas.—Urgonense de Montau.—Valle de Vallirana.—Pizarras silurianas con graptolitos y arcillas cuaternarias de Cervelló.—Montaña de Santa Creu.—Plioceno del río Llobregat.

862 —— *Compte-rendu de l'excursion du jeudi 6 Octobre à Castelldefels et costas de Garraf* (Relato de la excursión del jueves 6 de Octubre á Castelldefels y costas de Garraf).—BULL. DE LA SOC. GÉO-

LOGIQUE DE FRANCE, 5.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 801 á 811 [caja 105 mm. × 170 mm.], con dos grabados en el texto (Corte de Torre Barona á Peña Escorxada.—Corte general de los acantilados de Garraf).

863 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Compte-rendu de l'excursion du vendredi 7 Octobre aux environs de Vilanova et de Villafranca* (Relato de la excursión del viernes 7 de Octubre por los alrededores de Vilanova y de Villafranca del Panadés).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 5.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), páginas 812 á 821 [caja 105 mm. × 170 mm.], con grabados en el texto (Corte de la cuenca terciaria de Vilanova.—Corte del torrente *dels Monjos* y de la cuenca del Panadés).

Sumario: Breves datos referentes á la geografía física de la cuenca miocena de Vilanova.—Infracretáceo de la colina del Faro.—Urgonense y cuaternario de Can Solicrup.—Tortonense marino.—Fósiles encontrados.—Lechos margosos del llano.—Capa con *Potamides* del Pontense.—Límites de esta última formación.—Aptense del *Alt de San Joan* de Canyellas.—Cuaternario de Canyellas.—Tramos mediterránicos.—Aptense y Burdigalense.—Calizas fosilíferas de San Miguel de Olérdula.—Rocas que marcan la ribera del mar burdigalense.—Diferentes tramos que se hallan entre el *Más de la Vall* y Los *Monjos*.—Calizas margosas, torrente Corral Rossell.—Capas ammonitíferas.—Margas de Orbitolinas.—Pudingas de San Llorens.—Conglomerado del *Más Emborná*.—Santa Margarita dels Monjos. Fósiles.—Helveciense del riachuelo de Foix.

864 —— *Compte-rendu de l'excursion du samedi* 8 *Octobre à Castellvi de la Marca, au Vallon de San Pau d'Ordal et à San Sadurni de Noya* (Relato de la excursión del sábado 8 de Octubre á Castellví de la Marca, al vallejo de San Pau de Ordal y á San Sadurní de Noyá).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 5.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 840 á 851 [caja 105 mm. × 170 mm.], con un grabado en el texto [Corte general de los terrenos terciarios de Cantallops (San Pau de Ordal) al arroyo Laberno (San Sadurní de Noyá)].

Sumario: Tortoniense (Sarmaticense) de Monjos.—Pontense des de Monjos al más de Almunia.—Fósiles hallados en estas capas y en su depósito salobre.—Barranco de Marmellá (Infra-cretáceo).—Ro-

cas y fósiles del aptense.—Fósiles hallados en el vallejo de San Pau de Ordal.—Cuaternario.

865 ALMERA (DR. D. JAIME).—*Nota referente al descubrimiento en las capas calizas del acantilado de Foix de una fáunula del Muschelkalk y encima de la Llacuna, junto á Ca 'n Rocamora de San Martín de Brufaganya, una fauna litoral del Keuper.*—BOLETÍN DE LA REAL ACAD. DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA, 3.ª ÉPOCA, I: BARCELONA, 1899, pág. 520.

866 —— *Nota paleontológica acerca de restos de «Elephas primigenius, Mastodon longirostris» y «Acerotharium lamanense» encontrados en Cataluña.*—BOLETÍN DE LA REAL ACAD. DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA, 3.ª ÉPOCA, I: BARCELONA, 1899, págs. 517 á 518.

867 ALONSO (D. RAMÓN).—*Los minerales de manganeso de la provincia de Huelva.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 57 á 59, 78 á 85, 117 y 118.

868 ANGELIS D'OSSAT (DR. D. JOAQUÍN).—*Los primeros antozoos y briozoos miocénicos recogidos en Cataluña.* Monografía vertida al español del manuscrito original latino por el canónigo DR. D. JAIME ALMERA: BARCELONA, 1898. Folleto de 51 págs. [caja 187 mm. × 127 mm.] Publicado como Memoria aparte por la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona en 1899.

869 BARRAS DE ARAGÓN (D. FRANCISCO DE LAS).—*Cráneo antiguo encontrado en Valdemiranda (Palencia).*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 141 á 144 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Procede este cráneo de un cementerio descubierto el año 1898 en término de Herrera de Río Pisuerga, constituído por unas 30 ó 40 sepulturas cuneiformes, formadas por grandes piedras, de las que dos ó tres, agujereadas en su centro, constituían las cubiertas. El dueño del terreno en que se verificó el hallazgo aprovechó las piedras y enterró los restos humanos, de los que sólo se pudieron salvar unos cuantos que regaló al Instituto de Palencia el Sr. Zurita.

El estudio del Sr. Barras se refiere á las fórmulas de la dentición,

los índices, curvas principales y otras medidas craneanas, y á hacer constar que medidos los huesos largos acusan en algunos individuos una talla de más de 1^m,650.

870 BARROIS (SR. CHARLES).—*Nouvelles observations sur les faunes siluriennes des environs de Barcelone (Espagne)* (Nuevas observaciones acerca de la fauna siluriana de los alrededores de Barcelona). —ANNALES DE LA SOC. GÉOL. DU NORD, XXVII: LILLE, 1898, págs. 180 á 185. || BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 829 á 830.

Sumario: Graptolites característicos del tramo de Wenloch.—(Trilobites) (especies nuevas) hallados en las pizarras purpúreas de Papiol.

871 BERGERON (SR. J.)—*Deux arguments sur l'âge tertiaire de la granulite de Papiol* (Probabilidades de que sea terciaria la granulita de Papiol).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 822.

872 —— *Note sur les terrains paléozoiques des environs de Barcelone et comparaison avec ceux de la Montagne Noire (Languedoc)* (Nota acerca de los terrenos paleozóicos de los alrededores de Barcelona, y comparación con los de la *Montagne Noire)* (Languedoc).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE (XXVI): PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 867 á 875 [caja 105 mm. × 170 mm.]

Sumario: Situación de los terrenos paleozóicos.—Serie metamorfoseada correspondiente con toda probabilidad al Cambriano y á la base del *Ordovicense*.—*Ordovicense* y *Gothlandense*.—Devoniano.—Carbonífero.—Pliegues hercinenses.—Comparación entre las masas de sistemas antiguos de Cataluña y los de la *Montagne Noire*.

873 BOFILL Y POCH (D. ARTURO).—*Indicaciones sobre algunos fósiles de la caliza basta blanca de Muro, isla de Mallorca*.—MEMORIAS DE LA REAL ACAD. DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA, 3.ª ÉPOCA, II: BARCELONA, 1899, Memoria núm. XXI, págs. 391 á 413 [caja 187 mm. × 127 mm.]

Sumario: Consideraciones generales y datos bibliográficos.—Ejemplares estudiados: PECES. Familia Lamnidæ: *Oxyrrhina*, *Lamna*

Carcharodon megalodon, Agassiz. Familia Carcharidæ: *Prionodon?*—Moluscos: *Strombus Bonellii*, A. Brongniart; *Triton nodiferus?*, Lamarck; *Cassis mamillaris*, Grateloup; *C. saburon*, Lamarck; *Cassidaria echinofora*, Lamarck, var. *tyrrhena; Pynula cornuta*, Agassiz; *Ficula condita*, Brongniart; *Ancilla glandiformis*, Lamarck; *Conus Mercati*, Brocchi; *C. Aldovrandi?*, Brocchi; *C. Tarbellianus*, Grateloup; *C. ventricosus*, Bronn, var. *minor*; *C. maculosus*, Grateloup; *Natica Josephinia*, Risso; *Turritella cathedralis*, Bronn; *T. gradata*, Menke; *Xenophora Peroni?*, Locard; *Trochus patulus*, Brocchi; *Capulus sulcosus*, Brocchi; *Dentalium Bousi*, Deshayes; *Haminea navicula*, Da Costa, var. *globosa*, Jeffreys; *Ostrea gingensis*, Schlotheim; *Pecten* sp. gr. *burdigalensis*, Lamarck; *Pectunculus pilosus*, Linneo; *Lithodomus lithophagus*, Linneo, var. *attenuatus*, Locard; *Cardium discrepans*, Basterot; *C. Danubianum*, Mayer; *C. edule*, Linneo; *Cardium* sp. *Lucina miocenica*, Michelotti; *L. columbella*, Lamarck; *Crassatella* sp. *Cardita* cfr. *Partschi*, Goldfuss; *Venus umbonaria*, Lamarck, var. *balearica*, Nob; *Cytherea pedemontana*, Agassiz; *Cy. pedemontana*, Agassiz, var. *maxima*, Nob; *Tellina lacunosa*, Chemnitz; *T. ventricosa*, Marcel de Serres; *T. planata*, Linneo; *Psammobia uniradiata*, Brocchi; *Clavagella cristata*, Lamarck.—Equinodermos. Clypeaster.

Abunda en esta fauna los restos de peces, sobre todo de Escualos, numerosos moluscos perforantes y equinodermos del género Clypeaster, resultando del conjunto un aspecto litoral.—El tramo no puede precisarse, aun cuando el Sr. Bofill cree que por comparación con los depósitos similares de Cataluña, debe incluírsela en el segundo piso mediterráneo del mioceno.

874 Bofill y Poch (D. Arturo).—*Sur le trias à Cératites et sur l'éocene inferieur de la gare d'Olesa (Barcelone)* (Acerca del trías con *ceratites* y del eoceno inferior de la estación del ferrocarril de Olesa, provincia de Barcelona).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), páginas 826 á 829 [caja 105 mm. × 170 mm.], con un grabado en el texto (Corte del trías en la estación de Olesa).

875 Bolívar (D. Ignacio).—*Fragmento de meteorito encontrado en los alrededores de Gerona.*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, pág. 29 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Fué hallado por D. Manuel Cazurro en el sitio llamado «La Pólvora;» corresponde al grupo de los esporosideros-oligosideros, y pesa 162 gramos.

876 Boscá y Casanoves (D. Eduardo).—*El meteorito de Quesa (Valencia).*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, páginas 55 á 56 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: Caída del meteorito (á las 9^h de la noche (21^h) del 1.° de Agosto de 1898): fenómenos que la acompañaron.—Caracteres físicos: 10,670 gr. de peso, forma irregular; el exterior cubierto de una costra negra; densidad: 6,48.—Composición química (análisis del Dr. Peset, de Valencia):

Hierro metálico	79,07	Superficie del meteorito.
Níquel metálico	17,95	
Oxígeno de la parte de óxido ferroso-férrico, que contiene	2,98	
Cobalto, manganeso y otros cuerpos	Indicios	
Hierro metálico	81,35	Interior del meteorito.
Níquel metálico	18,35	
Indicios varios	0,30	

Clasificación: grupo de la ataxita.

877 —— *Noticias sobre una colección paleontológica regalada al Excmo. Ayuntamiento de Valencia.*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 82 á 90 [caja 100 mm. × 180 mm.]

La colección ha sido regalada por los Sres. D. José Rodrigo Botet y D. Enrique de Carles, y está compuesta de huesos fósiles de varias especies extinguidas de mamíferos, recogidas por el último de estos señores en las Pampas de la República Argentina. Los más principales son los siguientes: Esqueleto armable, en muy buen estado de conservación, de *Megatherium*, Cuv., y grandes fragmentos de otro de mayores dimensiones. Un ejemplar de *Mylodon*, Owen, al que le falta la calavera, aun cuando se conservan algunas muelas. Dos individuos bastante completos, y muchas piezas de otros de *Scelidotherium*, Owen. Dos corazas y la cola completa de *Glyptodon*, Owen. Tres esqueletos con su coraza de *Hoplophorus*, Lund. Restos de *Dœdicurus*, Burm. Esqueleto de *Eutatus*, Gerv. Restos de *Equus*, L.; de *Machrauchenia*, Owen, y de *Cervus*, L. Un colmillo de *Mastodon Humboldti*, Cuv. Una calavera de *Toxodon* con cuatro muelas de los

maxilares superiores. Varios cráneos de *Typotherium*, Brav. Restos de *Arctotherium*, Brav., y *Machairodus*, Kaup. Y un esqueleto del género *Homo*, L., que presenta particularidades muy curiosas.

878 Calderón (D. Salvador).—*Columbretes y Alboran*, por el Señor Archiduque Luis Salvador. (Artículo bibliográfico.)—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 94 á 96 [caja 100 mm. × 180 mm.]

879 ——. *Examen de algunas rocas cristalinas de la provincia de Córdoba, recogidas por D. Lucas Mallada.*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 147 á 154 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: Granito. Ejemplar de aspecto gneísico, debido á que los cuarzos están triturados y colocados según líneas rectas, y que existen en él formaciones cloríticas de origen secundario en fajas prolongadas.—Sienita del Piconcillo formada de anfíbol y ortosa predominante, y como accesorios hierros magnético y titanífero, cuarzo y epidota.—Pórfidos: *rojos* de Los Aviones y Villanueva del Rey; *cuarcíferos* del Castillo de Almodóvar, Bélmez y la Cañada del Gamo; micro-cristalinos de los Pedroches y El Viso; *pegmatíticos* de Piconcillo y Monte-Ovejuna; *epidotíferos* de la dehesa de Barreras (Posadas); *feldespáticos* de San Jerónimo; *estratiformes* de Almodóvar.—Diabasas: de *textura cristalina* de La Cardenchosa, Santa María y Hornachuelos; *porfídica* de Fuente-Ovejuna; la denomina porfídica el Sr. Calderón, porque en su formación se distinguen, en sus secciones delgadas sometidas al microscopio, dos periodos: uno el de la génesis de los elementos macro-cristalinos, y otro el de producción de los restantes minerales de la roca, que se adosaron á aquéllas.—Eufótida: San Calixto, Villaviciosa y Tres Mojones.—Ofita: entre Benamejí y Jauja.

880 —— *Noticia bibliográfica acerca de la «Morphométrie de Ténériffe,»* por Jean de Windt.—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 216 á 217 [caja 100 mm. × 180 mm.]

881 —— *Noticia bibliográfica acerca del trabajo del Sr. E. Cohen intitulado: «Ueber das Meteoreisen von Quesa, provinz Valencia Spanien.»*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, páginas 217 á 218 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Según el Sr. Cohen, el meteorito en cuestión es una octaedrita normal, y su composición es la siguiente:

$$\begin{aligned} Fe &= 88{,}75 \\ Ni + Co &= 10{,}85 \\ P &= 0{,}15 \\ \hline &\ 99{,}75 \end{aligned}$$

882 CALDERÓN (D. SALVADOR).—*Noticia bibliográfica acerca de la nota del profesor* J. H. L. VOGT *intitulada: «Das Huelva-Kiesfeld in Sud Spanien und dem angrenzenden Theil von Portugal* (La comarca piritífera de Huelva en el Sur de España y la parte adyacente de Portugal).—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, páginas 226 á 230 [caja 100 mm. × 180 mm.]

883 —— *Sur l'existence du terrain infraliasique en Espagne* (Acerca de la existencia del infralías en España.)—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 864 á 866 [caja 105 mm. × 170 mm.], con dos grabados en el texto (Corte por los Barrancos y al castillo de Molina (de Aragón).—Corte por el castillo de Molina y Anquela).

La nota del Sr. Calderón es un extracto de la publicada por él en los *Anales de la Sociedad Española de Historia natural*, intitulada: *Existencia del infraliásico en España y geologia fisiográfica de la meseta de Molina de Aragón*. (Véase núm. 795, «Notas bibliográficas» de 1898.)

884 CAREZ (SR. LUIS).— *Poudingues du Montserrat* (Pudingas del Montserrat).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE (XXVI): PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 728 á 729 [caja 105 mm. × 170 mm.]

En esta pequeña nota rectifica la opinión emitida en sus estudios de 1879 respecto á la dirección que debieron llevar las corrientes que aportaron los elementos de las pudingas del Montserrat. Cree, al presente, que debieron proceder de la Costa y no de la región pirenáica, y que, por tanto, debió existir al fin del período numulítico una masa montañosa que más tarde experimentó un hundimiento completo.

885 CAREZ (SR. LUIS).—*Sel de Cardona.*—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 729 á 730 [caja 105 mm. × 170 mm.]

Hace constar que él considera el criadero de sal de Cardona como triásico, fundándose en los pliegues de la sal y de las capas arcillosas intermedias, en la discordancia entre las capas de sal y las margas intercaladas en ellas de una parte y las hiladas oligocenas de otra, y en que la presencia de la sal no se acusa por afloramientos ó manantiales salados más que en Cardona, Suria y Vilanova de la Aguda, mientras que el nivel en que se encuentra en Cardona la sal presenta al descubierto muchos otros puntos á consecuencia de los pliegues.—Sostiene que los anticlinales de Cardona y Suria son anticlinales ante-terciarios sobre los cuales se han depositado las capas oligocenas.

886 —— *Brugués et Vallirana.—Costas de Garraf.*—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 823.

Comparación de los terrenos secundarios que se observan en las localidades que sirven de epígrafe á la nota con los similares del Mediodía de Francia.

887 —— *Observations sur l'excursion à Castellvi de la Marca* (Observaciones acerca de la excursión á Castelví de la Marca).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 858 [caja 105 mm. × 167 mm.]

En breves frases hace notar la identidad entre la serie observada en dicha excursión (Dolomía negra jurásica.—Caliza urgonense con *Requienia.*—Calizas y margas con *Horiopleura* y *Polyconites* y una fauna aptense) y la que se observa en *Saint-Paul de Fenouillet* (Pirineos orientales). Llama también la atención acerca de la diferencia que presentan, en cuanto al número, las fallas de la masa secundaria de las costas de Garraf y la región primaria de los alrededores de Barcelona.

888 CORTÁZAR (EXCMO. SR. D. DANIEL DE).—*Aprovechamiento de aguas.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L), págs. 249 á 250 (cuatro columnas).

889 CORTÁZAR (EXCMO. SR. D. DANIEL DE).—*El Excelentísimo Sr. D. Federico de Botella y de Hornos.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 581 á 585.

890 CHAVES (D. FEDERICO).—*Ensayo de fisiología mineral.—Estudio sobre las pseudomorfosis de proceso químico.*—ANALES DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT., SERIE II, VIII (XXVIII): MADRID, 1899, páginas 115 á 147 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Estado estático y estado dinámico de los minerales.—Pseudomorfosis de los minerales cristalizados.—La Minerogenia y la Mecánica química.—Consideraciones generales.—Pseudomorfosis en que se conserva el tipo molecular primitivo.—Pseudomorfosis progresivas.—Pseudomorfosis regresivas.—Estudio de los agentes que determinan las pseudomorfosis.

891 —— *Notas mineralógicas.*—(Sección de Sevilla.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 69 á 74, con un grabado en el texto [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: *Esparraguina de Vera* (*Almería*): caracteres macroscópicos y particularidades ópticas de las secciones observadas al microscopio.—*El silicato de hierro del Manto de los Azules en la Sierra de Cartagena.* Descripción del mineral.—Discusión de las observaciones de M. Masart.—Resultado del análisis practicado por el señor Chaves.—Particularidades que presenta el mineral estudiado microscópicamente.—*Sobre la naturaleza de la materia colorante de la Sal azul de Villarrubia de Santiago.* Opinión del profesor Weinschenk respecto á la coloración azul.—Caracteres peculiares de dicha materia.

892 —— *Sobre un ejemplar de oropimente.*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, pág. 114 [caja 100 mm. × 180 mm.]

893 —— *Cerusita de La Aliseda* (*Jaén*).—(Sección de Sevilla.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 214 á 215 [caja 100 mm. × 180 mm.]

894 —— *Sobre las inclusiones de un ejemplar de sal azul y otro de thenardita teñido al parecer con el mismo pigmento* (Sección de Se-

villa).—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, páginas 261 á 265, con un grabado en el texto [caja 100 mm. × 180 mm.]

895 DEPÉRET (SR. CARLOS).—*Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf* (Ojeada acerca de la faja nummulítica que rodea al macizo paleozóico de Barcelona, y estudio de la fauna oligocena de Calaf).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 713 á 724 [caja 104 mm. × 167 mm.], con un grabado en el texto (Perfil esquemático del borde de la cuenca nummulítica del Llobregat en la montaña de Montserrat).

Sumario: Nummulítico. Región pirenáica. Olesa y La Puda. Intercalaciones marinas en las pudingas del Montserrat. Fósiles hallados.—Comparación con la vertiente meridional de la *Montagne Noire* (Languedoc). Dificultad de asignar una edad determinada á las capas pudinguiformes del Montserrat. Conclusiones que se deducen de los estudios prácticos relativos á la posición de las capas con *Bulimus gerundensis*, y á considerar como oligocenas la parte superior de las pudingas del Montserrat.—Oligoceno. Los alrededores de Calaf, según las observaciones de los Sres. Carez, Maureta y Thós. Descubrimiento de un fragmento de mandíbula de *Ancodus Aymardii*, Pomel, por el Sr. Bofill en los lignitos. Colección de moluscos y de un esqueleto atribuido á un *Xiphodon* de las capas de Calaf, recogidos por el señor Vidal. Reseña de la fauna oligocena de Calaf. Mamíferos. *Ancodus Aymardii*, Pomel; *Diplobune minor*, Filhol. Moluscos. *Melanoides albigensis*, Noulet, var. *Dumasi*, Fontannes; *M. occitanicus*, Fontannes; *Striatella Nysti*, Duchastel; *Vivipara* cf. *soricinensis*, Noulet.—Edad de las capas de Calaf. Comparación con la cuenca de Alais (departamento del Gard). Paralelismo entre las capas de Calaf y el infratongriense de Alais y de Castres (departamento del Tarn).

896 —— *Observations sur les terrains néogènes de la region de Barcelone* (Observaciones acerca de las capas neógenas de la región de Barcelona).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 853 á 857.

Sumario: Plioceno de los alrededores de Barcelona semejante, en cuanto á la disposición oreográfica, con el del Mediodía de Francia y

el de Argelia.—Identidad de las capas de Esplugas con las de Millas y Banyuls-des Aspres (Rosellón).—Parecido que presentan las capas pliocenas del bajo Llobregat con las de Théziers (departamento del Gard) y de Saint Restitut (departamento del Drôme).—Mioceno. *Pontense.* Extensión superficial y fósiles hallados.—Calizas lacustres con *Potamides* de Villanueva y Geltrú semejantes á las de Majestres y Levens (Bajos Alpes). *Sarmaticense.* Comparación de la región catalana con las del Mediodía de Francia.—*Segundo tramo mediterránico* (*Vindobonense*). La misma facies que presentan las capas similares de la «Mesa central» de Francia, del Languedoc, del Jura, etc.—*Primer piso mediterránico* (*Burdigalense*).—Aquitaniense del Llobregat inferior.—Fósiles hallados.

897 DOLLFUSS (SR. G. F.)—*Présentation de l'ouvrage de MM. Almera y Bofill «Moluscos fósiles recogidos en los terrenos pliocenos de Cataluña.»*—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XLVI: PARÍS, 1899, págs. 19 y 20 [caja 170 mm. × 105 mm.]

El Sr. Dollfuss hace un ligero resumen de la obra de los Sres. Almera y Bofill. (Véase el núm. 852.)

898 —— *Relation entre la Géologie et l'Hidrographie en Catalogne* (Relación entre la Geología y la Hidrografía de Cataluña).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 876 á 885 [caja 105 mm. × 167 mm.], con dos grabados en el texto (Mapa esquemático de la *cordillera* catalana, en escala de 1 : 800000.—Corte de Manresa á Barcelona).

Sumario: Contradicción que se observa entre el sistema hidrográfico actual de Cataluña y la geología regional.—El litoral catalán.—Gran falla de 50 quilómetros de longitud en los terrenos antiguos.—*La cordillera catalana.* Sistemas de montañas creados por Vezian en 1864 á expensas de este *cordillera* (litoral), ó sean los sistemas del Montseny y el del Montserrat.—Opinión contraria del Sr. Dollfuss.—Fenómenos que se han experimentado en diferentes épocas en esta *cordillera.*—Examen de los que han debido tener lugar en el período Triásico, al fin del Aptense, al fin del Cretáceo (durante el garumnense), y del Eoceno superior.—Comparación de la pudinga del Montserrat con el delta del Var y la pudinga del Righi.—Probable extensión de la cordillera catalana continental, en la época numulítica.—

Tiempo en que debió verificarse la ruptura de la *cordillera* catalana y hundimiento de la zona litoral (entre el Burdigalense y el Aquitaniense).—Causas que según el Sr. Dollfuss han contribuído á este resultado.

899 FERNÁNDEZ NAVARRO (D. LUCAS).—*Excursiones por los alrededores de Lozoya (Madrid).*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 59 á 68 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: Rocas cretáceas. Caracteres macroscópicos y microscópicos de las calizas.—Fósiles hallados en ellas.—Descripción de la gruta conocida con el nombre de «Cueva del Cabo del Río.»—Diferencias que presenta el curso del río, según sean las rocas atravesadas por él, cretáceas ó arcáicas.—Marmitas de gigantes ó *potholes*.—Restos de fenómenos glaciales.—Arcilla denominada en el país «tierra de barros.»

900 —— *Ligeras observaciones sobre la nomenclatura castiza de los minerales.*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 102 á 109 [caja 100 mm. × 180 mm.]

El Sr. Fernández Navarro comienza su trabajo exponiendo las dificultades que, á su juicio, presentaría el hacer una revision racional de las especies mineralógicas existentes; así como la conveniencia que resultaría si con la mira de no complicar más que lo que hoy está, la nomenclatura se procurase, en lo sucesivo, fijar bien los nombres de los minerales, haciendo resaltar las diferencias de los que pudieran confundirse, y eligiendo los más adecuados para aquellas especies que puedan ser designadas por varios términos.

Los medios que propone para conseguir este resultado son: cuando las denominaciones sean derivados de nombres de personas, en lugar de tratar de conservar la ortografía propia del país de origen, escribirlas tal como suenan en castellano. Las especies ó variedades que se designan indiferentemente con una ó varias palabras, sería conveniente que lo fuesen por el unívoco, salvo casos excepcionales en que es más conocido el nombre compuesto que éste. Cuando los varios nombres de un mineral son unívocos, cree el Sr. Fernández Navarro que debería adoptarse el que se refiera á nombres propios de naturalistas, altas personalidades ó localidades con preferencia á los que indican propiedades, pues éstas nunca son exclusivas de una sola especie.—Relación de nombres mineralógicos que cree deberían su-

primirse.—Nombres únicos que se dan á diversas especies; casos más principales: Calamina, Magnesita, Filipsita.—Nombres que originan confusión.—Conveniencia de dar denominación distinta al mineral como especie y como roca en grandes masas.

901 FONT Y SALGUÉ (D. NORBERTO).—*Un descobriment espeleologich (Teoria de la Font d'Armena)*: BARCELONA, 1898.—Un folleto en 8.°

902 GUARDIOLA (D. RICARDO).—*El ácido carbónico en las minas de Mazarrón.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 505 á 507, 517 y 518.

903 JIMENO (D. HILARIÓN).—*Pirolusita cristalizada de Torrecilla (Teruel).*—(Sección de Zaragoza.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, pág. 80 [caja 100 mm. × 180 mm.]

904 KILIAN (SR. W.)—*Présence de l'étage barrémien, sous son faciès vaseux en Catalogne* (Presencia del tramo barremiense, de facies fangosa en Cataluña).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en 1899), pág. 581 [caja 170 mm. × 105 mm.]

905 —— *Sur les Céphalopodes du crétacé inférieur des environs de Barcelone* (Acerca de los cefalópodos del cretáceo inferior en los alrededores de Barcelona).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), página 825.

906 MEDINA (D. MANUEL).—*Noticias de un yacimiento de fosfato de cal con gran abundancia de huesos de mamíferos en la Puebla de los Infantes.* —(Sección de Sevilla.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, pág. 214.

907 MONTENEGRO (D. ANTONIO).—*Canales y pantanos.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 289 á 291, 305 y 306, 317 á 319.

908 —— *Aguas torrenciales y alumbramientos.*—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVIII (L): MADRID, 1899, págs. 353 á 355.

909 NAVÁS (RDO. P. LONGINOS).—*Una excursión al Montsant (provincia de Tarragona). Notas geológicas.*—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 169 á 176, con cinco grabados en el texto (Vista fotográfica del Montsant.—Corte del mioceno lacustre al Norte de Cabacés.—Piedras caballeras (Los gigantes).—Plano de la Cueva Santa. Escala 1 : 500?) [caja 100 mm. × 180 mm.]

Sumario: Inclinación de los estratos miocenos—fallas—*avenchs.* Piedras caballeras.—El Ebro del período mioceno.—La Cueva Santa (descripción detallada).—Rocas recogidas en el Montsant y sus estribaciones.

910 PARDINAS (D. CALIXTO).—*Componente horizontal magnética de la Tierra en Zaragoza en 1.° de Mayo de* 1899.—(Sección de Zaragoza.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, páginas 239 á 240 [caja 100 mm. × 180 mm.]

Consiste el trabajo del Sr. Pardinas en una rectificación de la componente horizontal magnética correspondiente á Zaragoza hallada por Lamont el año 1857 (0,21459 con un aumento anual de 0,00022), habiendo obtenido este señor que debe ser igual á 0,2272 para la fecha que consigna.

911 PRUVOT (SR. G.) y ROBERT (SR. A.)—*Sur un gisement sous-marin de coquilles anciennes au voisinage du cap de Creus* (Acerca de un yacimiento submarino de conchas antiguas en los alrededores del cabo de Creus).—ARCHIVES DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE, 3.ª SERIE, V, 1897, pág. 498.

El yacimiento en cuestión se halla entre Masa de Oro y el regato del cabo.

912 PUIG Y LARRAZ (D. GABRIEL).—*La isla de Alborán.*—BOLETÍN DE LA REAL ACAD. DE LA HIST. (XXXIV): MADRID, 1899, págs. 378 á 380.

Es un informe acerca del libro que con el mismo título publicó S. A. I. y R. el Archiduque Luis Salvador.

913 RELIMPIO (D. FEDERICO) y CHAVES (D. FEDERICO).—*Estudio del espectro de absorción de la sal azul de Villarrubia de Santiago.*—(Sección de Sevilla.)—ACTAS DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT.: MADRID, 1899, págs. 231 á 232 [caja 100 mm. × 180 mm.]

914 Relimpio (D. Federico) y Chaves (D. Federico).—*Estudio de los espectros de absorción de algunos minerales coloreados.*—(Sección de Sevilla.)—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 233 á 234.

Sumario: Blenda acaramelada de los Picos de Europa.—Cuarzo negro de Villasbuenas (Salamanca).—Esparragina de Vera.

915 Rodríguez Mourelo (D. José).—*Sobre la obtención del sulfuro de estroncio fosforescente por medio del carbonato de estroncio y el vapor de azufre.*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 111 á 113 [caja 100 mm. × 180 mm.]

916 —— *Sobre la fosforescencia del sulfuro de estroncio.*—Actas de la Soc. esp. de Hist. nat.: Madrid, 1899, págs. 144 á 147 [caja 100 mm. × 180 mm.]

917 Stuart-Menteath (Sr. P. W.)—*Progrès de la géologie des Pyrénées* (Avances en la geología del Pirineo).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, XXVI: París, 1898 (publicado en 1899), páginas 557 á 558 [caja 170 mm. × 105 mm.]

Referentes al territorio español contiene esta nota algunas observaciones acerca de varios isleos triásicos en la provincia de Lérida, que asegura se habían confundido antes con el oligoceno. Dice ha descubierto en los valles de Gistain y Bielsa (provincia de Huesca) un trías típico colocado inmediatamente encima del granito y *debajo* de las calizas consideradas como paleozóicas. Como no da el Sr. Stuart-Menteath detalle alguno acerca de esto, no podemos juzgar de la exactitud de sus asertos. Por último, asegura que en los mismos valles, más al S. del punto citado, existe una formación salífera con ofita que atraviesa el senonense.

918 —— *Observations sur la région volcanique d'Olot* (Observaciones acerca de la región volcánica de Olot).—Bull. de la Soc. géol. de France, 3.ª serie, XXVI: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 679 [caja 104 mm. × 167 mm.]

919 —— *Sur deux points de la tectonique des Pyrénées* (Acerca de dos hechos relativos á la estructura de los Pirineos).—Bull. de

LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 764 á 765.

920 STUART-MENTEATH (SR. P. W.)—*Sur la tectonique des Pyrénées* (Acerca de la *Tectónica* del Pirineo).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI, 1898 (publicado en 899), págs. 582 á 584 [caja 170 mm. ×105 mm.]

921 —— *Sur les limites de la dolomia de Barcelona* (Acerca de los límites de la dolomía de los alrededores de Barcelona).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), pág. 824.

La presente nota tiene por objeto la comparación entre las rocas dolomíticas de los alrededores de Barcelona (Castelldefels, Vilanova, S. de Barcelona, etc.) con las de Sorrento en Italia.

922 THOULET (SR. J.)—*Sur la presence de coquilles fossiles calcaires au fond des mers actuelles* (Acerca de la presencia de conchas fósiles calizas en el fondo de los mares actuales).—REVUE GÉNÉRAL DES SCIENCES, X: PARÍS, 1899, págs. 413 á 414.

El objeto de esta breve nota del docto profesor de Mineralogía y Oceanografía de la Universidad de Nancy es de sumo interés para todos los geólogos, y le damos cabida en nuestras «Notas bibliográficas» por referirse en uno de los varios ejemplos que presenta al yacimiento de fósiles pliocenos encontrado por el Sr. Pruvot en los alrededores del cabo de Creus.

923 VERA Y CHILIER (D. FRANCISCO ASÍS DE).—*Memoria sobre la formación de las rocas de la provincia de Cádiz.*—ANALES DE LA SOC. ESP. DE HIST. NAT., SERIE II, VIII (XXVIII): MADRID, 1899, págs. 505 á 520 (en publicación) [caja 100 mm. × 180 mm.]

La parte publicada de esta Memoria se contrae á la descripción física de la provincia.

4 VERNEAU (DR. R.)—*Le Maroc et les Canaries* (*Marruecos y las Canarias*).—REVUE GÉNÉRAL DES SCIENCES (X): PARÍS, 1899, 150 á 151.

una breve noticia acerca de Marruecos y las islas Canarias, con

ocasión del viaje proyectado por la Dirección de la Revista á estos puntos y á España y Portugal.

925 VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Compte-rendu de l'excursion de Gerona à Olot et à San Juan de las Abadesas les* 25, 26 y 27 *Septembre* 1898 (Relato de la excursión, etc.)—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 674 á 678, con un grabado en el texto (Corte de Olot á las minas de San Juan de las Abadesas) [caja 104 mm. × 167 mm.]

Sumario: Calizas groseras eocenas de Bañolas.—Colección de objetos de la industria neolítica hallados en la caverna de *Serinyá*.—Basaltos de Castellfollit.—Colección mineralógica de Bolós en Olot. —Detalles oreográficos de los alrededores de Olot, y opinión de los excursionistas acerca de su origen.—Pudingas oligocenas del *Coll de Santigosa*.—Capas nummulíticas entre Olot y San Juan de las Abadesas.—Pliegue de capas invertidas del Lías, Trías y Carbonífero.—Explicaciones acerca del Garumnense.—Necesidad de conservar únicamente en el Garumnense, ó *danés* lacustre, la parte inferior de las margas rojas y transportar á la base del terciario la superior, margas rojas con *Paludina aspersa*.

Esta última rectificación del Sr. Vidal tiene bastante importancia, y creo deben examinarse las razones que da para ella, por lo cual doy á continuación la traducción de los párrafos en que la expone:

«Desde Aiguafreda á Figaró estamos en la base del Nummulítico, y podemos observar cómo debajo del eoceno marino se desarrolla una formación rojiza, separándole del Trías, que aparece más tarde. Este terreno rojo se halla compuesto por margas y conglomerados, y se le conoce con el nombre de Garumnense, el cual contiene no lejos de aquí el *Bulimus Gerundensis*. Pero esta clasificación, que era muy natural antes del año 1891, en el que yo (el Sr. Vidal) descubrí la fauna de Rilly en el Pirineo catalán, en la parte superior de la gran formación roja que corona al Cretáceo superior, no puede ya mantenerse después de haber demostrado en mi nota [1] que las margas rojas, que al Norte de Berga se hallan en la parte superior de las

(1) VIDAL (D. L. M.), *Nota sobre la presencia de la formación lacustre de Rilly, en el Pirineo catalán. (Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.* Nueva época, I.)

capas con *Lychnus* deben separarse, conservando en el Garumnense ó danés lacustre su mitad inferior, que comprende la caliza de Vallcebre, representante en Cataluña de la caliza de Vitrolles de Provenza, y unir á la base del terciario la mitad superior, ó sean las margas rojas con *Paludina aspersa*, en las que se apoyan, en Berga, las calizas con *Alveolina melo*, base casi constante de la formación nummulítica.

»Ahora bien: esta obligada división de las margas rojas subyacentes al Numulítico en margas rojas nummulíticas y margas rojas cretáceas, hace admitir, que allí donde se ven margas rojas sobre las que inmediatamente se apoyen las hiladas inferiores de la formación nummulítica, descansando á su vez sobre terrenos antiguos como Trías ó Siluriano, sin ver trazas de Cretáceo á grandes distancias, dichas margas rojas serán margas rojas terciarias de la misma edad que las de Berga con *Paludina aspersa*. Las margas rojas que se observan desde Aiguafreda á Figaró se encuentran en este caso; pero contienen el *Bulimus Gerundensis:* luego debo afirmar que el *Bulimus Gerundensis* es de la misma edad que las *Paludina aspersa*.

»Esta conclusión confirma la idea que M. Carez expresó en 1881 en su *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne* cuando colocaba las capas con *Bulimus Gerundensis* en la base del terciario. Fué ésta una intuición de una verdad geológica de difícil demostración entonces y que yo combatí con los datos que la experiencia me daba en aquella época. Pero mi hallazgo de 1891 ha demostrado el verdadero sitio de aquellas capas.»

926 Vidal (D. Luis Mariano).—*Tectónica y los ríos principales de Cataluña (extracto).* Boletín de la Real Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona, 3.ª época, i: Barcelona, 1899, págs. 519.

927 —— *Compte-rendu de l'excursion du 30 Septembre au gisement de sel de Cardone* (Relato de la excursión del 30 de Septiembre al criadero de sal de Cardona).—Bull. de la Soc. Géol. de France, 3.ª serie, xxvi: París, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 725 á 728, con dos láminas aparte (Cantera en el criadero de sal de Cardona.—Pliegues del criadero de sal en la Salvoja, cerca de Cardona) [caja 170 mm. × 105 mm.] Siguen tres páginas con observaciones de los Sres. Carez, Depéret, Stuarth-Menteath, Dollfuss y Bergeron.

Sumario: Numulítico de Manresa.—Oligoceno de la vertiente derecha al río Cardona.—Descripción del criadero de sal de Cardona, y particularidades que presenta.—Razones en que se apoya la designación de oligocenas para las capas que constituyen el criadero de sal.—Anticlinal oligoceno de Cardona.—Comparación con el criadero de sal de Remolinos (provincia de Zaragoza).

928 VIDAL (D. LUIS MARIANO).—*Sur le crétacé superieur de la vallée de la Muga (province de Gerona)* (Acerca del cretáceo superior del valle de la Muga).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en Diciembre de 1899), págs. 859 á 863 [caja 105 mm. × 167 mm.], con dos grabados en el texto (Corte del isleo cretáceo de Carbonils.—Corte de Agullana á San Lorenzo de la Muga).

Sumario: Variaciones introducidas recientemente en la clasificación de las rocas cretáceas del Norte de España y del Mediodía de Francia.—El Senonense inferior lacustre del valle de la Muga debe considerarse como Garumnense.—Garumnense del *Puig d'Ali.*—Fósiles encontrados.—Dordonense del «Más de la Trilla.»—*Campaniense* y *Santonense* de los cerros al Norte de la masia anterior y *Clot de les Abeurades.*—*Santonense* lacustre de Carbonils con lignitos.—Sistemas geológicos que rodean al manchón del valle de la Muga.—Triásico de la montaña de la *Mare de Deu del Fau.*

929 —— *Compte-rendu des excursions dans la province de Lérida du* 11 *au* 15 *Octobre* (Relato de las excursiones por la provincia de Lérida del 11 al 15 de Octubre).—BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 3.ª SERIE, XXVI: PARÍS, 1898 (publicado en 1899), págs. 884 á 900 [caja 105 mm. × 167 mm.], con siete grabados en el texto (Corte del Monte de San Jordi.—Esquema de la sucesión de los tramos cretáceos en la región central de la provincia de Lérida.—Corte del Monte San Salvador.—Corte del barranco Uls de Llorens.—Corte longitudinal del valle del Segre, desde Alos á la confluencia con el río Noguera Pallaresa.—Corte de Alós á Santa María de Meyá.—Corte del Montsech).

Sumario: De Barcelona á Camarasa: Rocas numulíticas de Manresa.—Yesos de Calaf.—Lignitos terciarios de Calaf.—Oligoceno de Calaf á San Guim.—Mioceno del llano de Urgel.=Alrededores de Camarasa: Oligoceno. Eoceno. Yesos triásicos. Lias.—Cretáceo superior.—Ofitas.

—Pliegue vertical de las capas eocenas al pie del cerro de San Salvador.—Yacimiento de aerinita acompañando á la ofita en la sierra de Montroig.=De Camarasa á Alós: Yesos triásicos.—Margas liásicas de la collada Carbonera.—Lías.—Cretáceo superior.—Numulítico.—Triásico.=De Alós á Vilanova de Meyá: *Muschelkalk*.—Cuaternario.—*Keuper*.—Oligoceno.—Cretáceo superior.—*Maestrichcense*.—Garumnense.—Numulítico.—Ascensión al Montsech.

930 VILLASANTE (D. FERNANDO B.)—*Las emanaciones de ácido carbónico en las minas de Mazarrón*.—REVISTA MIN., METAL. Y DE ING., SERIE C, XVII (L): MADRID, 1899, págs. 448 á 452.

INDICE GEOGRAFICO

PROVINCIAS

REGIONES

INDICE

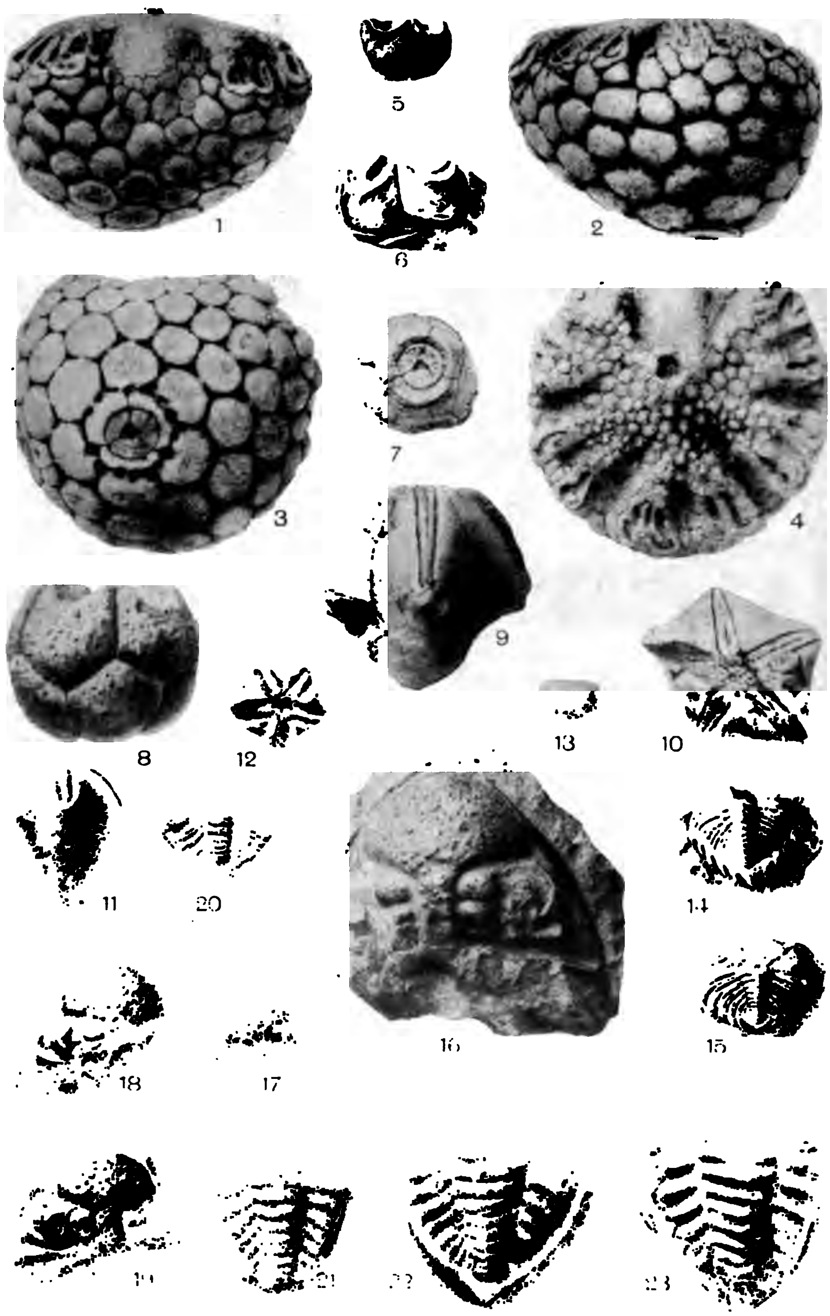
DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO VI (2.ª SERIE)

INDICE

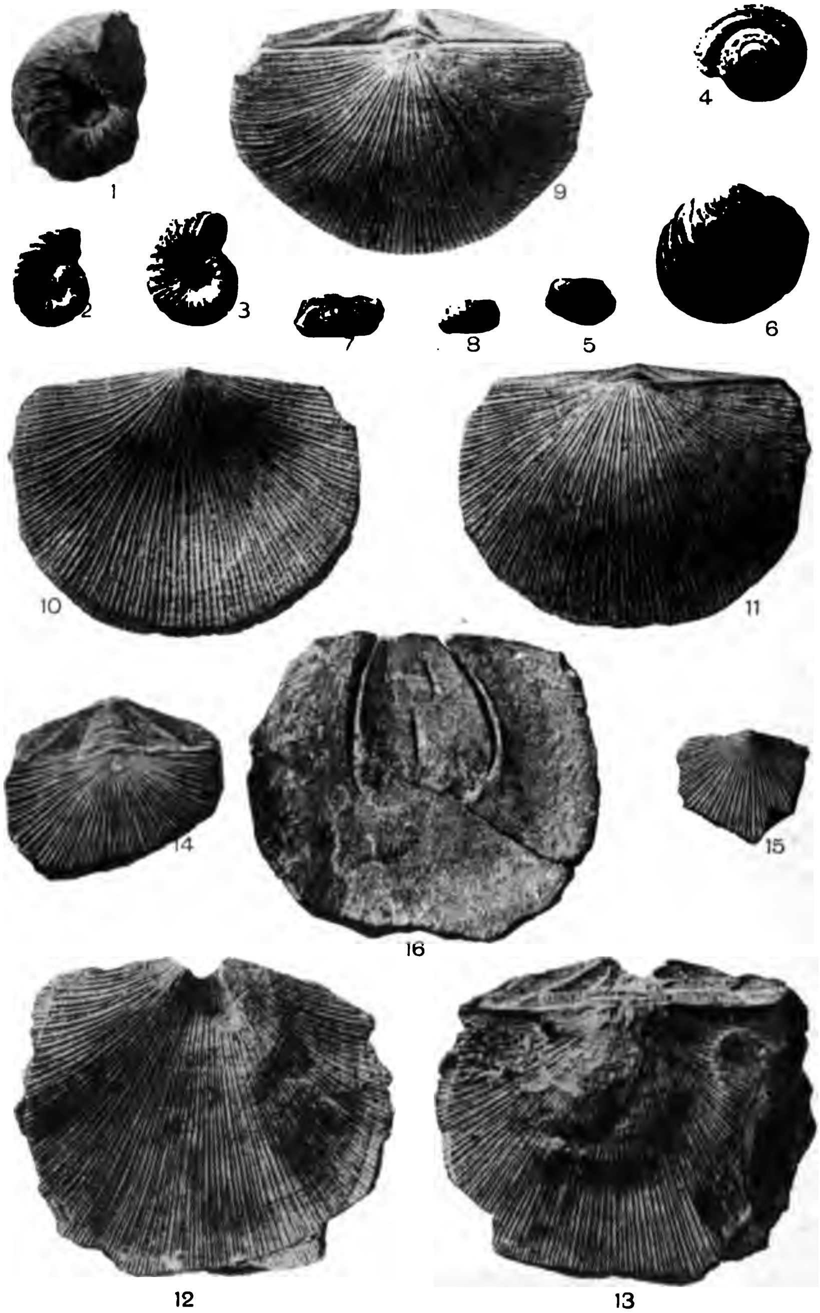
DE LAS LÁMINAS CONTENIDAS EN EL TOMO VI (2.ª SERIE)


Camino de
Leoneras
San Rafael
Los
Potros 2ª
Solano
Los
Camino
Jove
Neron
GUADIATO

D. P. ŒHLERT. FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCÍA

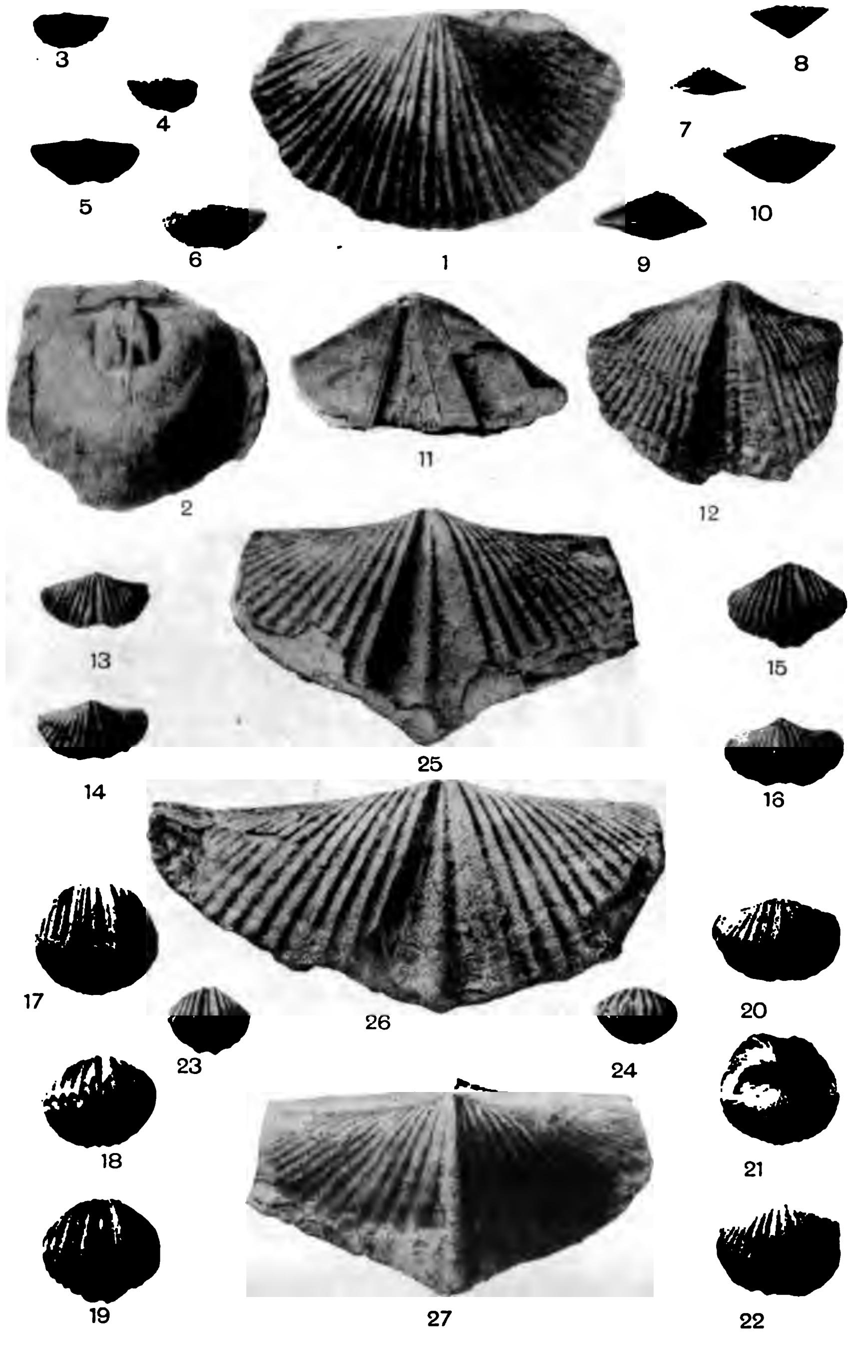


D. P. ŒHLERT. FÓSILES DEVONIANOS DE SANTA LUCÍA



FOTOTIPIA DE HAUSER Y MENET.-MADRID

D. P. Œhlert. Fósiles devonianos de Santa Lucía



FOTOTIPIA DE HAUSER Y MENET.-MADRID



1 (a)



1 (b)



2 (a)



2 (b)

D. DE CORTAZAR. LAS HACHAS DE PIEDRA PULIMENTADA EN ESPAÑA



3 (a)



3 (b)



4 (a)



4 (b)

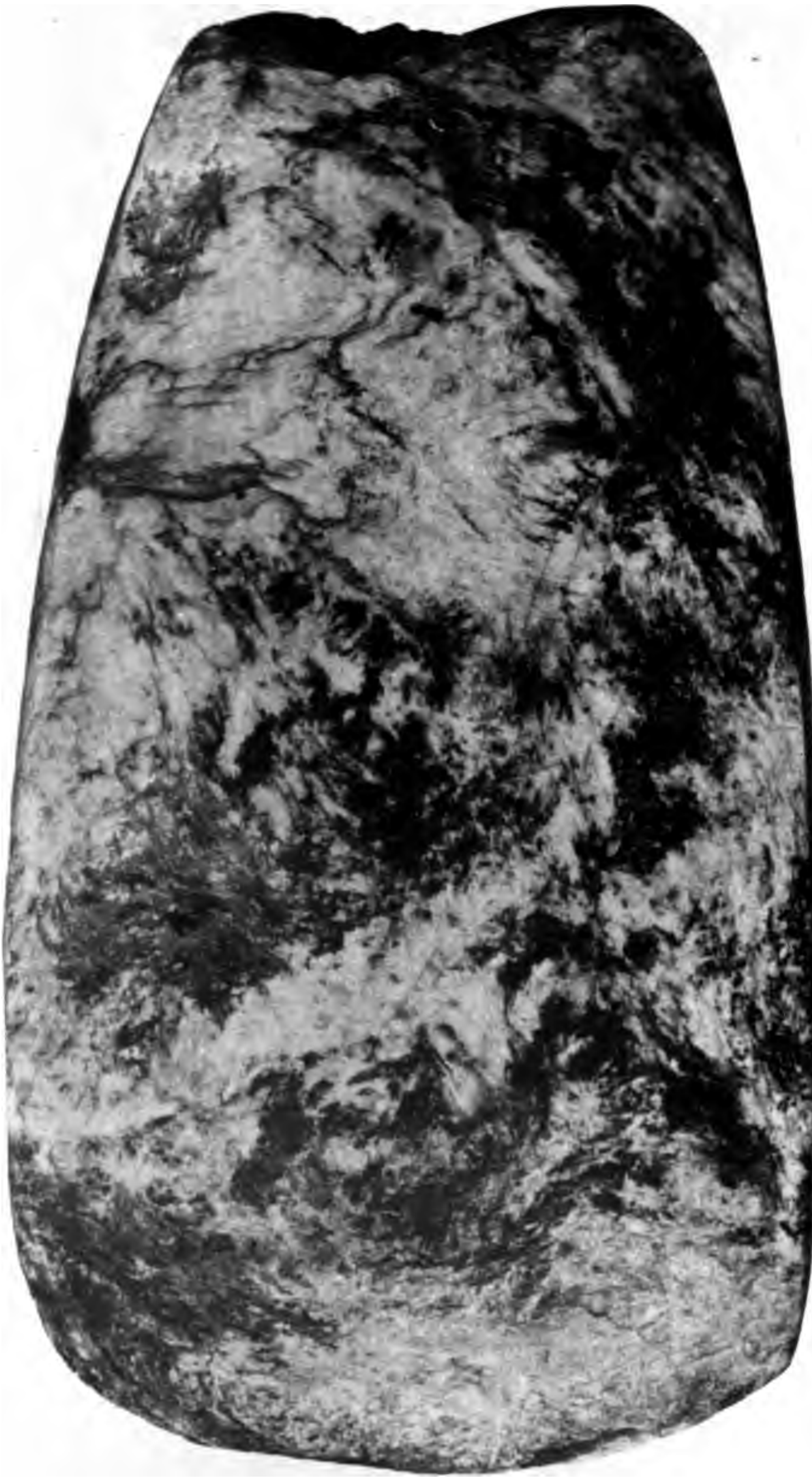


5 (a)



5 (b)

D. DE CORTAZAR. LAS HACHAS DE PIEDRA PULIMENTADA EN ESPAÑA



D. DE CORTAZAR. L/



6'a)

CATÁLOGOS

MALLADA (D. LUCAS).—Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 1 á 80.—Láms. I y II.

CARBONÍFERO.—Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geológico de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 1 á 80. —Láms. I y II.

GEOLOGÍA MINERA.—Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geológico de España, 2.ª serie, VI, 1899.—Madrid, 1902, págs. 1 á 80.—Láms. I y II.

CÓRDOBA.—Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Belmez, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 1 á 80.—Láminas I y II.

ŒHLERT (SR. D. P.)—Fósiles devonianos de Santa Lucía.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 81 á 151, con doce grabados en el texto y tres láminas aparte.

DEVONIANO.—Fósiles devonianos de Santa Lucía, por el Sr. D. P. Œhlert.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 81 á 151, con doce grabados en el texto y tres láminas aparte.

PALEONTOLOGÍA.—Fósiles devonianos de Santa Lucía, por el Sr. D. P. Œhlert.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 81 á 151, con doce grabados intercalados en el texto y tres láminas aparte.

LEÓN.—Fósiles devonianos de Santa Lucía, por el Sr. D. P. Œhlert.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 81 á 151, con doce grabados en el texto y tres láminas aparte.

Mallada (D. Lucas).—Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 153 á 203, con cinco grabados en el texto.

Geología minera.—Datos geológico-mineros de varios criaderos de hierro de España, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Comisión del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, páginas 153 á 203, con cinco grabados en el texto.

Albacete.—Minas de la sierra del Madroño, en las inmediaciones de Hellín, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geológico de España, 2.ª serie, VI, 1899, págs. 172 á 175.

Almería.—Minas de Sierra Alhamilla, por D. Lucas Mallada.—Boletín de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899, págs. 175 á 187, con tres grabados en el texto.

Almería.—Minas de la sierra de Almagro, en término de Cuevas de Vera, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geológico de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1901, páginas 187 á 195.

Badajoz.—Minas del término de Puente del Arco, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1901, págs. 153 á 163, con dos grabados en el texto.

Badajoz.—Minas en el término de Feria, por D. Lucas Mallada.—Boletín de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 165 á 167.

Córdoba.—Minas del término de Hornachuelos, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 163 á 165.

Córdoba.—Minas de la Sierra de Córdoba, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 168 á 171.

Guadalajara.—Minas de las inmediaciones de Atienza, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 195 á 198.

Guipúzcoa.—Minas del término de Berástegui, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 199 á 203.

LUGO.—Minas del término de Begonte, por D. Lucas Mallada.—Boletín de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 198 y 199.

SEVILLA.—Minas del término de Guadalcanal, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 153 á 163.

SEVILLA.—Minas de los términos de San Nicolás y Constantina, por D. Lucas Mallada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 163 á 165.

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 205 á 219.

GEOLOGÍA MINERA.—Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres. Criaderos de hierro del río Ibor, por D. Rafael Sánchez Lozano.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 205 á 219.

CÁCERES.—Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres. Criaderos de hierro del río Ibor, por D. Rafael Sánchez Lozano.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 205 á 219.

CORTÁZAR (EXCMO. SR. D. DANIEL DE).—Las hachas de piedra pulimentada en España.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 221 á 231.—Tres láminas aparte (6, 7 y 8).

PREHISTORIA.—Las hachas de piedra pulimentada en España, por Don Daniel de Cortázar.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 221 á 231.—Tres láminas aparte (6, 7 y 8).

ESPAÑA.—Las hachas de piedra pulimentada en España, por D. Daniel de Cortázar.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 221 á 231.—Tres láminas aparte (6, 7 y 8).

SÁNCHEZ LOZANO (D. RAFAEL).—Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y en Granada.—Bol. de la Com. del Mapa geol. de España, 2.ª serie, VI, 1899: Madrid, 1902, págs. 233 á 244.

GEOLOGÍA MINERA.—Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y en Granada, por D. Rafael Sánchez Lozano.—Bol. de la Com. del